COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 MAI 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE. — *Deux lois générales des courbes géométriques.* Note de M. Chasles.

« On se propose dans toutes les parties des sciences, surtout des sciences physico-chimiques et des sciences naturelles, de découvrir les lois générales qui président à tous les phénomènes de la nature.

» Ces recherches font des progrès continus, qu'attestent nos *Comptes rendus*, comme ceux des Académies étrangères; mais, dans les Mathématiques se rapportant à la Géométrie, on compte peu de lois générales. On a pu penser cependant qu'il pouvait y en avoir, puisque tout y est parfaitement exact, sans qu'il s'y trouve rien de douteux, comme il arrive dans les sciences d'observation et dans les analyses des produits de la nature. Quelle est la cause de cette sorte d'anomalie? Elle provient, je crois, de la direction exclusive qu'ont prise les sciences mathématiques, dès l'apparition de la grande conception de Descartes, le système de coordonnées, qui permet l'alliance de l'Algèbre à la Géométrie, qu'on appelle alors *Géométrie analytique*. C'est cette puissante conception qui, regardée, depuis près de

deux siècles et demi, comme devant être une méthode universelle, a concentré tous les efforts des géomètres.

» Dans ce système, une courbe est représentée par une équation où entre son *ordre*, et dont les coefficients sont destinés à exprimer, par autant d'autres équations, les conditions auxquelles la courbe cherchée doit satisfaire.

» Or, indépendamment des difficultés de calculs que cela nécessite, il est une cause absolue qui ne permet de résoudre, pour ainsi dire, aucune question concernant une courbe dont on ne connaît que l'*ordre*. C'est que presque toutes les propriétés d'une courbe dépendent tout à la fois de l'*ordre* et de la *classe* de la courbe. La *classe* est donc un élément aussi essentiel que l'*ordre*.

» On a pu, pendant longtemps, ne pas prévoir cette cause des difficultés que l'on rencontrait; mais elle est certaine, et le principe de dualité, qui substitue dans les théorèmes la *classe* à l'*ordre*, et réciproquement, suffit pour le prouver. Aussi n'a-t-on connu, jusqu'à ces derniers temps, aucune propriété d'une courbe générale, c'est-à-dire, d'*ordre* quelconque, où dût entrer la *classe*; et, par conséquent, ne connaît-on qu'excessivement peu de propriétés des courbes, excepté les sections coniques, et les courbes du troisième ordre où ne se trouvent, quant à la *classe*, que quelques variétés bien connues.

» Il fallait donc absolument que, dans les recherches impliquant les propriétés générales des courbes, la Géométrie n'eût plus recours à l'alliance de l'Analyse. Et, en effet, un seul théorème, aussi simple que possible, relatif à deux séries de points sur une droite fixe, appelé *Principe de correspondance*, a pu suffire pour lever toute difficulté, et conduire avec une facilité dont on n'avait point d'exemples, dans aucune direction de recherches, à une foule de théorèmes absolument nouveaux.

» Qu'on me permette, au sujet de cette puissance de *deux seuls éléments* dans les recherches des propriétés d'une courbe, de rappeler un fait semblable où *deux seuls éléments* encore sont la clef de toutes les recherches qu'on peut se proposer. Il s'agit d'un système de courbes *du même ordre* satisfaisant à autant de conditions moins une qu'il en faut pour la détermination d'une courbe de cet ordre. Dans toute question relative à ce système de courbes, *deux seuls éléments* suffisent pour la solution de la question : ces deux éléments, appelés les *caractéristiques* du système, sont *le nombre des courbes du système qui passent par un même point*, et *le nombre des courbes qui sont tangentes à une même droite*. Toute solution s'exprime donc par une fonction de ces *deux caractéristiques*, et cette fonction est d'une

simplicité extrême : savoir $\alpha\mu + \beta\nu$, μ et ν étant les *deux caractéristiques*, et α, β deux coefficients qu'on a à déterminer dans chaque question. Cela exprime donc une loi générale des courbes géométriques, de même que la loi résultant de l'association de l'*ordre* et de la *classe* d'une courbe.

» Ces deux exemples d'une loi générale dans la théorie des courbes géométriques pouvaient induire à penser qu'il pourrait y en avoir d'autres, qu'accuserait un nombre suffisant de résultats acquis, ainsi qu'il arrive dans les sciences naturelles où la lumière jaillit de l'accumulation d'observations et d'expériences. Dans cette vue, je me suis efforcé d'accumuler, dans des sujets de questions très-divers, de nombreux théorèmes généraux où entrent l'*ordre* et la *classe* des courbes, pour y chercher certaines lois. Et je puis, dans ce moment, présenter à l'Académie deux lois générales dont voici l'énoncé :

» Théorème I. — *Lorsque, dans les données d'une question ayant pour objet la recherche de l'ordre d'un lieu géométrique, ou la classe d'une courbe enveloppe, il se trouve un point qui glisse sur une courbe d'ordre* m, *laquelle courbe n'a aucune autre relation avec les données de la question, ce nombre* m *entre comme simple facteur d'une fonction des autres données de la question.*

» Théorème II. — *Lorsque, dans les données d'une question ayant pour objet l'ordre d'un lieu géométrique, ou la classe d'une courbe enveloppe, il se trouve une droite qui roule sur une courbe de la classe* n', *courbe n'ayant aucune autre relation avec les données de la question, ce nombre* n' *entre comme simple facteur d'une fonction des autres données de la question.*

» Je citerai comme exemple ce théorème de Braikenridge [1], qui donne lieu tout à la fois à une vérification de ces deux lois :

» *Une droite tournant autour d'un point* n *rencontre deux droites fixes* m_1, m_2 *en deux points d'où l'on mène des droites à deux points fixes* n', n'' : *le point de rencontre de ces deux droites décrit une courbe du* second ordre.

» On conclut de là immédiatement ce théorème général :

» *Lorsqu'une droite, roulant sur une courbe* U^n, *rencontre deux courbes* U_{m_1}, U_{m_2} *en des points* a_1 *et* a_2, *les tangentes menées des points* a_1 *de la première à une courbe* $U^{n'}$ *rencontrent les tangentes menées des points* a_2 *de la seconde à une courbe* $U^{n''}$ *en des points dont le lieu est une courbe de l'ordre* $2nn'n''m_1m_2$.

» La vérification de ce résultat se fait immédiatement par le principe de

---

(1) *Exercitatio geometrica de Descriptione Linearum Curvarum. Auctore Guglielmo Braikenridge, Ecclesiæ Anglicanæ Presbytero.* Londini, 1733. In-4°.

correspondance. Il suffit de poser les deux nombres dont les facteurs pris en sens direct, puis en sens inverse, expriment les conditions de la question :

$$\begin{array}{ccc|c} x, & n' m_1 n m_2 n'' & u & \\ u_1, & n'' m_2 n m_1 n' & x & \end{array} \quad 2nn'n''m_1m_2. \text{ Donc, etc.}$$

» Je prends pour second exemple le corrélatif du théorème de Braikenridge :

» *Lorsque d'un point* m, *d'une droite fixe, on mène deux droites passant par deux points fixes* n′, n″, *lesquelles rencontrent deux droites fixes* m_1, m_2 *en deux points* a_1, a_2, *la droite qui joint ces deux points enveloppe* une conique.

» On conclut de là immédiatement ce théorème :

» *Lorsque de chaque point d'une courbe* U_m, *on mène les tangentes de deux courbes* $U^{n'}$, $U^{n''}$ *de classes* n′, n″, *et que ces droites rencontrent deux courbes* U_{m_1}, U_{m_2} *d'ordre* m_1 *et* m_2 *en deux points* a_1, a_2, *la droite* $a_1 a_2$ *enveloppe une courbe de la classe* $2 m m_1 m_2 n' n''$.

» La démonstration directe de ce théorème se fait immédiatement par le principe de correspondance. On pose sur le champ

$$\begin{array}{ccc|c} \mathrm{IX}, & m_1 n' m'' n m_2 & \mathrm{IU} & \\ \mathrm{IU}, & m_2 n'' m n' m_1 & \mathrm{IX} & \end{array} \quad 2mm_1m_2n'n''. \text{ Donc, etc.}$$

» Les deux lois générales, d'après lesquelles on peut substituer à une courbe générale un point ou une droite, simplifient singulièrement chaque question, quelque mode de solution que l'on emploie. Elles peuvent permettre même l'emploi de la méthode analytique, puisqu'il ne s'y trouve plus que des points et des droites, et, en outre, les vérifications sont faciles.

» C'est à raison d'une difficulté que j'ai rencontrée dans l'application du principe du correspondance à une question relative aux triangles isopérimètres ayant un côté de grandeur constante, qui devaient être le sujet de ma Communication de ce jour, que j'ai dû communiquer d'abord le procédé de démonstration auquel j'aurai recours. »

ANALYSE. — *Études de M. Sylvester sur la théorie algébrique des formes.* Note de M. **Hermite**.

« On doit à M. Paul Gordan, professeur à l'Université d'Erlangen, la belle et importante découverte, qu'à l'égard des formes à deux indéterminées, les invariants et covariants, qui sont, comme on sait, en nombre illi-

mité, peuvent être exprimés tous par les fonctions rationnelles et entières d'un nombre essentiellement fini et limité d'invariants et covariants fondamentaux, nommés, pour ce motif, *Grundformen*. Cette proposition capitale vient d'être étendue par M. Sylvester aux formes les plus générales, quels que soient leur degré et le nombre de leurs indéterminées, et je me fais un devoir de reproduire les termes mêmes dans lesquels l'illustre géomètre m'a chargé d'annoncer sa belle découverte.

« Baltimore. — Depuis mon dernier envoi, avertissez l'Académie que j'ai résolu le problème de trouver les *Grundformen* complètes pour des *quantics* quelconques avec n variables. »

THERMODYNAMIQUE. — *Note à propos des Communications de M. le général* Favé *sur la Théorie de la chaleur;* par M. **H. Resal.**

« Dans deux Notes communiquées à l'Académie des Sciences dans les séances du 25 septembre 1876 et du 30 avril dernier, M. le général Favé a émis certaines idées sur la chaleur, pour lesquelles il n'a pas trouvé de contradicteurs (1); mais ce silence n'est qu'apparent et je crois me faire l'écho de tous les savants qui se sont occupés de Thermodynamique en déclarant que les conceptions de M. Favé n'ont aucun rapport avec cette science, qui fait essentiellement partie du domaine physico-mathématique.

» Je ne suivrai pas M. Favé dans ses digressions métaphysiques qui, certainement, ne seraient pas admises par des professeurs de Philosophie pure, et à plus forte raison par les physiciens. Je ne toucherai qu'aux points principaux et seulement, même, en ce qu'ils ont de commun avec la Mécanique.

» Dans le *Compte rendu* de la séance du 27 septembre 1876, je lis :

« Les corps solides opaques ont, comme tous les corps transparents, une certaine quantité d'éther constitutif qui augmente avec la température... Un corps solide augmente de masse à mesure que sa température s'élève. »

» Quelle idée se fait donc M. Favé de la température?

» En attribuant une masse fictive au fluide hypothétique auquel on a donné le nom d'*éther*, on n'a jamais songé à comparer cette masse à celle

(1) Dans la précédente séance, M. Fizeau avait fait quelques remarques critiques à la suite de la lecture de M. Favé; après un échange d'observations entre nos deux confrères, c'est conformément à leurs intentions qu'il n'y a pas eu de Notes à ce sujet dans les *Comptes rendus*. (*Note de M. le Secrétaire perpétuel.*)

des corps que nous présente la nature et par conséquent à la rendre pesante.

» J'arrive maintenant à la Communication du 29 avril dernier. M. le Dr Sire, de Besançon, en opérant sur des globules d'eau d'un grand diamètre (dont quelques-uns ont atteint $0^m,30$) étalés sur des plaques portées à une température plus ou moins élevée, a constaté : 1° que la température de la goutte est indépendante de celle de la plaque ; 2° qu'elle est de 98 degrés environ (ce qui est sensiblement le point d'ébullition à l'altitude de 240 mètres). Si la température de la plaque, allant en diminuant, atteint celle de l'ébullition, le globule se vaporise presque instantanément. Voilà un fait : en général, on peut dire que, quand un liquide ne mouille pas un solide, il prend une forme sphéroïdale. En partant de ce fait, Poisson, dans son remarquable Ouvrage sur la capillarité, a déterminé, du moins dans certains cas où l'intégration est possible, la forme géométrique de pareils sphéroïdes.

» Pourquoi un liquide ne mouille-t-il pas une plaque portée à une température plus élevée que celle qui correspond à l'ébullition (je laisse de côté le mercure)? Tel est le problème que M. Favé a cherché à résoudre, mais par des raisonnements qui n'ont rien de mathématique. Il fait intervenir, tout en croyant rester dans les limites de la Thermodynamique, des forces répulsives dues au calorique. Mais depuis que Sadi Carnot et Meyer ont établi les principes fondamentaux de la Thermodynamique, on a rejeté l'hypothèse des forces répulsives, qui n'avait d'ailleurs été imaginée que lorsque l'on assimilait la chaleur à une masse impondérable. M. Favé se trouve donc en dehors du périmètre de la Thermodynamique. Actuellement je crois que l'on doit uniquement considérer la forme globulaire comme un fait physique ; il viendra peut-être un moment où le fait pourra s'expliquer, en s'appuyant sur la Théorie mécanique de la chaleur, mais toutefois par d'autres considérations que celle des forces répulsives.

» Je trouve dans la dernière Communication de M. Favé la phrase suivante : « La force vive nécessaire pour la maintenir (une gouttelette) en contre-balançant la pesanteur. . . » Une force vive qui neutralise une force! Voilà un nouveau principe que les mécaniciens se garderont bien d'adopter.

» Je m'arrête à ces critiques auxquelles il me serait facile de donner beaucoup d'extension. Ma conclusion est que M. Favé, en invoquant ce qu'il appelle « le principe fondamental de la Théorie mécanique de la chaleur. . . », a fait une interprétation erronée non pas d'un principe, mais des deux principes qui servent de base à cette science. »

ASTRONOMIE. — *Sur la détermination de la différence de longitude entre Paris et Berlin.* Note de M. **Mouchez.**

« J'ai l'honneur d'informer l'Académie que nous terminerons très-probablement cette semaine la première série des observations astronomiques ayant pour objet la détermination de la différence de longitude entre Paris et Berlin.

» Les observations sont faites à l'Observatoire de Montsouris par M. le capitaine de frégate Leclerc, assisté des officiers de marine attachés à l'Observatoire; elles sont faites à Berlin par notre confrère M. Lœwy, assisté de M. le lieutenant de vaisseau de Bernardières.

» Les astronomes allemands qui observent simultanément à côté de nous sont M. le professeur Albreicht à Berlin et M. le Dr Richter à Paris; nous avons construit pour eux une deuxième salle méridienne à Montsouris.

» Nous avons été très-contrariés par les mauvais temps pendant le mois d'avril; les observateurs étaient à leur poste, les instruments prêts, les communications télégraphiques parfaitement établies dès le 15 de ce mois; mais, malgré quelques belles nuits à Paris, le ciel est resté constamment couvert ou pluvieux à Berlin jusqu'à la fin du mois; ce n'est guère que depuis cinq à six jours que les observations simultanées ont été possibles. Il nous faut encore deux belles nuits pour terminer la première série; aussitôt après, les observateurs changeront de poste: ceux de Paris iront à Berlin et ceux de Berlin viendront à Paris; cette longitude se trouvera donc déterminée à l'aide d'observations doubles et d'une manière tout à fait indépendante par les astronomes français et allemands.

» Nous pourrons terminer très-probablement dans le mois courant cette première et intéressante opération, entreprise par le nouvel Observatoire du Bureau des Longitudes de Montsouris.

» A la demande des astronomes suisses et allemands, nous entreprendrons immédiatement après, et simultanément, les trois différences de longitude Paris-Bonn, Paris-Neuchâtel, Bonn-Neuchâtel. »

CHIMIE. — *Recherches sur la loi d'Avogadro et d'Ampère;* par M. A. **Wurtz.**

« *Des volumes égaux des gaz ou des vapeurs* (non décomposées) *renferment un même nombre de molécules.* Tel est l'énoncé de la loi à laquelle le chimiste italien, Amedeo Avogadro, a attaché son nom, et que notre Ampère a for-

mulée de son côté, un peu plus tard. Elle est un développement des lois de Gay-Lussac sur les combinaisons des gaz entre eux, et est généralement envisagée aujourd'hui comme une proposition fondamentale en Chimie. L'espace qui est occupé par 2 volumes d'hydrogène, lesquels représentent 2 atomes, est aussi occupé par 2 atomes d'oxygène, d'azote, de chlore, de brome, d'iode, par 4 atomes de phosphore, par 4 atomes d'arsenic, par 1 atome de mercure, de cadmium, par 1 molécule d'eau, d'hydrogène sulfuré, d'hydrogène sélénié, d'ammoniaque, d'hydrogène phosphoré, d'hydrogène arsénié, de gaz chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique, cyanhydrique, de gaz sulfureux, d'oxyde de carbone, de gaz carbonique, par 1 molécule des chlorures, bromures des métalloïdes et des métaux, enfin par les molécules d'innombrables composés organiques, pourvu que tous ces composés, minéraux ou organiques, soient volatils sans décomposition. Les rapports qui existent entre leurs grandeurs moléculaires sont alors donnés par leurs densités de vapeur, et on les exprime très-simplement en disant que les molécules de tous ces composés volatils occupent 2 volumes si 1 molécule d'hydrogène H^2 occupe 2 volumes. Les grandeurs moléculaires ainsi déterminées sont exprimées par des formules [1] répondant à 2 volumes de vapeur, dans la notation aujourd'hui adoptée dans tous les pays de l'Europe.

» M. H. Sainte-Claire Deville a élevé récemment quelques objections contre la loi d'Avogadro que nous venons d'énoncer. Il l'a qualifiée « d'hypothèse pure et simple, minée par les faits, les raisonnements de toute sorte. » Il commence par faire remarquer que l'attention des chimistes a été portée « exclusivement » sur les matières *organiques* représentant 4 volumes de vapeur, c'est-à-dire 2 volumes dans la notation atomique. Est-ce que les composés que j'ai énumérés plus haut, et dont j'aurais pu augmenter la liste, sont des composés organiques? Il est vrai que la loi dont il s'agit s'appuie principalement sur les densités de vapeur des substances organiques. Il y a une bonne raison pour cela. Ces corps-là constituent l'immense majorité des combinaisons volatiles. Il n'est donc pas permis de soutenir que la loi dont il s'agit est une pure hypo-

---

[1] Les formules moléculaires des corps volatils simples ou composés qu'on vient d'énumérer sont les suivantes :

$$\left.\begin{array}{l} H^2,\ O^2,\ Az^2,\ Cl^2,\ Br^2,\ I^2,\ Ph^4,\ As^4,\ Hg,\ Cd; \\ H^2O,\ H^2S,\ H^2Se,\ HCl,\ HBr,\ HI,\ H^3Az,\ H^3P,\ H^3As,\ SO^2,\ SO^3,\ CO,\ CO^2,\ CH^4, \\ PCl^3,\ AsCl^3,\ SbCl^3,\ BoCl^3,\ SiCl^4,\ CH^4,\ CCl^4,\ CHCl^3,\ \text{etc., etc.} \end{array}\right\} = 2\ \text{vol.}$$

thèse : elle repose en réalité sur un nombre très-considérable de faits et tous ceux qu'on a essayé de lui opposer, à titre d'exceptions, peuvent recevoir une interprétation très-simple, qui les fait rentrer dans la règle. Ne doit-il pas arriver, en effet, que, parmi tant de substances formées directement, par l'union d'éléments possédant l'un pour l'autre une affinité médiocre ou faible, attestée par un médiocre ou par un faible dégagement de chaleur, quelques-unes se décomposent ou se dissocient par suite d'une réaction inverse de celle qui leur a donné naissance, lorsqu'on réduit ces substances en vapeur? Elles se dissocieront toutes les fois que la quantité de chaleur qu'il est nécessaire de leur fournir pour les réduire en vapeur sera supérieure à celle qu'ils ont dégagée en s'unissant. Il en est ainsi dans le cas des exceptions mentionnées plus haut, perchlorure de phosphore, sel ammoniac, calomel, chlorhydrate et bromhydrate d'amylène, etc. Cela a été démontré par M. Marignac, pour le chlorhydrate d'ammoniaque. D'un autre côté, j'ai montré que le bromhydrate d'amylène, qui forme 2 volumes de vapeur à partir de son point d'ébullition jusqu'à 75 degrés au-dessus, en forme 4 lorsqu'on le chauffe assez pour le dissocier entièrement. De même, la combinaison de chloral et d'eau n'est pas assez stable pour pouvoir se réduire en vapeur sans se dissocier, même à de basses températures (Naumann). Il en est ainsi certainement pour l'hydrate de bromal qui se décompose par la distillation en bromal anhydre et en eau (¹). En ce qui concerne l'hydrate de chloral, M. Sainte-Claire Deville rappelle les expériences exactes de M. Dumas, « qui a trouvé, dit-il, cette vapeur composée de 4 volumes de chloral et de 4 volumes de vapeur d'eau sans condensation, en conformité avec la grande loi des volumes de Gay-Lussac ». De quelle loi de Gay-Lussac M. Deville veut-il parler ici? Sans doute de cette proposition, qui est abritée sous le nom illustre de Gay-Lussac, et qui consiste à dire que, lorsque deux gaz se combinent à volumes égaux, la combinaison a lieu sans condensation. Cela est vrai dans le cas du bioxyde d'azote, des gaz chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique, cyanhydrique; cela est inexact dans d'autres cas. Ne sait-on pas que les gaz oxyde de carbone, éthylène, propylène, etc., se combinent au chlore, au brome, à volumes égaux et avec condensation à la moitié, et qu'il en est de même pour les combinaisons du gaz oléfiant avec les acides chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique? Ainsi cinq cas pour la loi et au moins neuf contre. Voilà une loi qui se tient debout! Mais je passe.

» Notre éminent confrère a pris occasion d'un travail de M. Troost pour

---

(¹) Schæffer, *Berichte der deutschen chemischen Gesellsch. zu Berlin*, t. IV, p. 366.

diriger une attaque en règle contre la loi d'Avogadro et d'Ampère ; M. Troost a publié en effet une expérience qui prouverait selon lui que la vapeur de l'hydrate de chloral n'est pas dissociée. Son idée est ingénieuse. Il a exposé dans la vapeur de chloral, soumise à une température et une pression données, un sel hydraté, l'oxalate neutre de potassium, dans des conditions telles que la tension de dissociation du sel hydraté, déterminée à l'avance, fût inférieure à la tension de la vapeur d'eau dans l'hydrate de chloral, en supposant que celui-ci fût dissocié, à l'état de vapeur. Et dans ces conditions le sel a émis, d'après M. Troost, des vapeurs d'eau, preuve évidente que l'hydrate de chloral n'est pas dissocié.

» L'expérience que cite M. Troost a été faite dans l'appareil de M. Hofmann, à une température de 78 degrés. La quantité de chloral employée a été telle que sa vapeur possédât une tension de 117 millimètres. Cette quantité de chloral est très-petite. Les appareils de M. Hofmann sont construits de telle façon, qu'à la tension 117 correspond un volume de 40 à 50 centimètres cubes environ. Or 50 centimètres cubes de vapeur d'hydrate de chloral à 78 degrés et à $0^{m},117$ ne pèsent que 22 milligrammes et ne renferment que $2^{mg},4$ d'eau. Il a donc suffi d'introduire dans l'appareil avec 1 centimètre cube d'oxalate neutre de potassium, 1 milligramme d'eau, sous forme d'eau hygroscopique, pour déprimer notablement la colonne de mercure ; 1 milligramme de vapeur d'eau à $0^{m},117$ et 78 degrés occupe, en effet, $10^{cc},3$.

J'ai répété ces expériences en me plaçant dans les mêmes conditions que M. Troost et en évitant, autant que possible, l'introduction de l'eau hygroscopique, et j'ai opéré non-seulement sur la vapeur de chloral, mais comparativement sur un mélange d'air et de vapeur d'eau, dans lequel la vapeur d'eau avait exactement la même tension que la vapeur d'eau dans la vapeur de chloral hydraté. J'avais donc deux mélanges, l'un de chloral anhydre et de vapeur d'eau, et l'autre d'air et de vapeur d'eau, soumis à la même température et à la même pression dans des appareils semblables, de telle sorte que la tension de la vapeur d'eau dans ces mélanges fût égale ou légèrement supérieure à la tension de dissociation de l'oxalate neutre de potassium. Le résultat de ces expériences comparatives est celui-ci : Toutes précautions prises, la colonne mercurielle s'est déprimée d'une manière insignifiante [1] et de la même façon dans les deux mé-

(1) La colonne mercurielle s'est déprimée de 10 millimètres dans la vapeur de chloral, de 12 millimètres dans le mélange d'air et de vapeur d'eau, les tensions initiales (corrigées) étant 113 millimètres pour la vapeur de chloral, et 106 millimètres pour l'air et la vapeur d'eau.

langes, preuve que le premier renferme, comme l'autre, de la vapeur d'eau.

» L'oxalate neutre de potassium a été préalablement analysé. Les cristaux simplement séchés à l'air renfermaient 10.05 pour 100 d'eau. Exposés pendant trente-six heures dans une cloche, au-dessus d'un vase renfermant de l'acide sulfurique, ils ont abandonné à 100 degrés 9,8 pour 100 d'eau. Le calcul exige 9,76 pour la formule $C^2O^4K^2 + H^2O$. 100 parties du sel séché à l'air renfermaient 42,3 pour 100 de potassium; le calcul exige 42,4 pour 100. Le sel employé était donc pur. L'hydrate de chloral était en beaux cristaux fusibles de 49 à 50 degrés. Point d'ébullition à 97 degrés (non corrigé).

» Toutefois, par les raisons qui ont été développées plus haut, les expériences entreprises dans l'appareil de M. Hofmann à la température de 78 ou 79 degrés, et sous une pression à peine supérieure à 100 millimètres, sont délicates, en raison de la faible quantité de chloral qu'il est nécessaire d'employer. Il a donc paru préférable d'opérer à la température de 100 degrés, où la tension de dissociation de l'oxalate de potasse hydraté est de 182 millimètres, d'après M. Troost. Cela permet d'opérer sur des quantités d'hydrate de chloral beaucoup plus considérables, la tension de la vapeur devant atteindre maintenant au moins 364 millimètres. L'oxalate de potasse cristallisé, exposé dans de la vapeur de chloral présentant cette tension, ne doit plus céder d'eau puisque la tension de la vapeur d'eau existant dans la vapeur de chloral dissociée est $\frac{364}{2} = 182^{mm}$. J'ai trouvé qu'il en est ainsi. Lorsqu'on introduit de l'oxalate de potassium cristallisé dans de la vapeur de chloral présentant une tension légèrement supérieure à 364 millimètres, la colonne mercurielle ne baisse que de quelques millimètres, l'expérience étant prolongée pendant plusieurs heures.

» Les expériences ont été faites de la manière suivante : on a introduit dans un appareil de Hofmann une quantité de chloral hydraté telle, que sa vapeur présentât à 100 degrés une tension d'environ 364 millimètres. Le tube étant chauffé à 100 degrés, on y a introduit 1 gramme d'oxalate neutre de potassium pulvérisé et renfermé dans un petit cylindre en toile de platine.

» D'autre part, on a introduit dans un second tube de Hofmann un volume déterminé d'air sec, puis, dans une très-petite ampoule munie d'un bouchon de verre, une quantité d'eau telle que, sa tension à 100 degrés fût égale à la tension de la vapeur d'eau dans la vapeur de chloral de l'autre tube. Dans ce mélange d'air et de vapeur à 100 degrés, on a introduit 1 gramme d'oxalate de potassium cristallisé.

» Enfin, dans une troisième expérience, on a introduit dans le tube de Hofmann un volume d'air sec tel, qu'il présentât à 100 degrés une tension sensiblement égale à la tension de la vapeur de chloral dans le premier tube, et l'on y a introduit ensuite, comme précédemment, 1 gramme environ du même oxalate neutre de potassium.

» Une seconde série d'expériences a été faite dans les mêmes conditions. Voici les résultats :

	1re série.	2e série.
I. Chloral employé	0gr,1578	0gr,1197
Pression	0m,752	0m,7585
Hauteur du mercure à 100 degrés (observée)	0m,390	0m,394
» » (corrigée)	0m,3845	0m,388
Tension de la vapeur de chloral	0m,3675	0m,3705
Hauteur observée après l'introduction de l'oxalate :		
au bout de 15 minutes	0m,385	0m,389
» 1 heure	0m,385	»
» 1h30m	0m,384	»
» 3 heures	»	0m,389
» 3h30m	0m,384	»
Dépression	0m,006	0m,005
II. Air sec à 12 degrés et 752 millimètres	20cc,0	»
» 15 » 758 »	»	16cc,8
Eau	0gr,0154	0gr,0131
Hauteur observée à 100 degrés	0m,385	0m,394
Hauteur observée après l'introduction de l'oxalate :		
au bout de 15 minutes	0m,382	0m,389
» 1 heure	0m,382	0m,389
Dépression	0m,003	0m,005
III. Air sec à 15 degrés et à 751 millimètres	40cc,0	»
» 15 » 758	»	34cc,0
Hauteur observée à 100 degrés	0m,385	0m,404
Hauteur observée après l'introduction de l'oxalate :		
au bout de 1 heure	0m,326	»
» 2 heures	»	0m,335
» 2h30m	0m,305	»
Dépression après 2 heures	»	0m,069
» 2h30m	0m,080	»

» Ainsi, dans le cas de l'air sec, la dépression a été en deux heures et demie de 80 millimètres, alors qu'elle n'a atteint dans la vapeur de chloral que 5 ou 6 millimètres au bout de trois heures, après s'être maintenue

stationnaire pendant deux heures, et il faut noter que cette dépression, qui a été la même, à peu de chose près, dans le mélange d'air et de vapeur d'eau, est due, en partie, au volume occupé par le cylindre de platine et à une trace d'air qu'il est impossible de ne pas introduire en même temps que l'oxalate.

» Je termine en mentionnant une cause d'erreur qui n'a pas exercé, je pense, une influence sensible dans les expériences précédemment décrites, mais dont néanmoins il est utile de tenir compte. L'oxalate de potassium n'est pas sans action sur le chloral. Il le dédouble en chloroforme et formiate en se transformant lui-même en oxalate acide, lequel est anhydre. Il suffit de chauffer pendant quelques instants une solution d'hydrate de chloral avec une solution d'oxalate neutre de potassium, pour voir se prononcer une forte réaction acide. Il est facile de constater la formation du sel d'oseille, du chloroforme et de l'acide formique, si l'on opère sur des quantités convenables. Mais je ne pense pas que cette réaction (¹) ait pu se produire, d'une manière sensible au moins, dans les expériences précédentes. En tout cas, il ressort clairement de la comparaison de ces expériences que l'oxalate perd son eau, dans les conditions indiquées, lorsqu'on le chauffe dans l'air sec sous une certaine pression et qu'il ne la perd pas, lorsqu'on le chauffe sous la même pression, soit dans la vapeur de chloral, soit dans un mélange d'air et de vapeur d'eau. On doit en conclure que la vapeur de chloral hydraté n'agit pas comme l'air sec, mais bien comme un mélange de chloral anhydre et de vapeur d'eau. »

CHIMIE APPLIQUÉE A LA PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches chimiques sur la matière verte des feuilles;* par M. E. **Fremy**. (Troisième Communication.)

« Je viens, pour la troisième fois, appeler l'attention de l'Académie sur la composition chimique d'un des corps les plus importants de l'organisation végétale, je veux parler de la matière verte qui existe dans les feuilles et que les chimistes désignent sous le nom de *chlorophylle* (²).

(¹) Elle est exprimée par l'expression suivante :

$$C^2O^4K^2 + H^2O + C^2HCl^3O = C^2O^4KH + CHO^2K + CHCl^3.$$

On voit que, l'eau de cristallisation de l'oxalate de potassium entrant en réaction, le chloral en vapeur serait remplacé par un égal volume de chloroforme, et le volume du mélange de vapeurs n'éprouverait aucun changement par le fait de cette réaction.

(²) Il ne faut pas confondre la chlorophylle des chimistes avec celle des botanistes, qui est organisée et vivante.

» Quelle est la constitution de cette curieuse substance qui, pendant la vie des feuilles, paraît jouer un rôle dans la décomposition de l'acide carbonique par les plantes, et qu'on peut comparer, pour plusieurs de ses propriétés, à la matière rouge du sang : doit-on la considérer comme un principe immédiat unique, ou comme un mélange d'un corps bleu ou vert avec un corps jaune?

» Si la chlorophylle est formée, comme je vais le démontrer, par deux principes différents, quels sont les caractères chimiques de ces deux corps; sont-ils neutres, acides, basiques ou salins; dérivent-ils de la même substance différemment modifiée par la végétation ?

» Ces questions, qui intéressent à un haut degré la physiologie végétale, présentent encore bien des obscurités que j'essaye de dissiper par mes recherches; mais la difficulté du sujet rend forcément mon travail intermittent.

» Une Communication récente de MM. Guillemare et Lecourt, sur la coloration des conserves de légumes par la chlorophylle, m'a fait entreprendre de nouveaux essais sur la constitution de cette matière colorante, dans le but d'expliquer les faits qui venaient d'être observés.

» L'Académie a considéré le travail de MM. Guillemare et Lecourt comme intéressant au point de vue de l'hygiène et l'a renvoyé à l'examen de la Commission des prix Montyon pour les Arts insalubres ; mais ce Mémoire contient en outre plusieurs faits chimiques nouveaux dont la Commission, nommée par l'Académie, a constaté l'exactitude. Je citerai principalement la solubilité de la chlorophylle dans la soude caustique, et la dissolution de la laque alumineuse de chlorophylle dans le phosphate de soude saturé par le phosphate acide de chaux.

» Ces faits trouvent leur explication dans les expériences que j'ai déjà publiées sur la chlorophylle et dans celles que je fais connaître aujourd'hui.

» Je rappellerai d'abord à l'Académie que mes travaux précédents sur la chlorophylle tendaient à prouver que cette matière colorante n'était pas simple et qu'elle était formée de deux principes immédiats, l'un jaune que j'ai nommé *phylloxanthine*, l'autre d'un vert foncé et bleuâtre que j'ai désigné sous le nom d'*acide phyllocyanique*.

» Pour démontrer l'existence de ces deux principes immédiats, dans la matière colorante des feuilles, je me fonde sur les expériences suivantes :

» 1° En ayant recours à la méthode si précieuse que nous devons à notre illustre Doyen M. Chevreul, je prépare des alcools de différents degrés en mêlant l'alcool absolu à des quantités d'eau variables, et je soumets la chlorophylle des feuilles à ces alcools qui, dans l'analyse immédiate, agissent comme des dissolvants différents.

» J'ai reconnu qu'en faisant usage de l'alcool à 62 degrés, je pouvais

extraire des feuilles vertes une matière absolument jaune qui est la phylloxanthine, et laisser, dans le tissu organique, l'acide phyllocyanique, dont la teinte se fonce de plus en plus en se séparant du principe jaune, et qui ne se dissout que par l'action de l'alcool à 70 degrés.

» Ainsi des alcools, différemment concentrés, permettent d'extraire de la chlorophylle deux sortes de matière colorante.

» 2° Un autre essai sur la laque alumineuse de chlorophylle, se comportant dans ce cas comme le tissu vert des végétaux, m'a conduit au même résultat que celui qui précède.

» Au lieu d'agir sur le tissu des feuilles, j'opère sur une laque de chlorophylle à base d'alumine et je la traite par de l'alcool à 62 degrés : dans ce cas la phylloxanthine abandonne l'alumine et entre en dissolution dans l'alcool faible, tandis que l'acide phyllocyanique reste combiné à l'alumine et n'en est séparé que par l'action de l'alcool plus concentré.

» L'emploi des dissolvants neutres démontre donc déjà la présence de deux matières colorantes dans la chlorophylle.

» Les réactifs acides et basiques confirment les faits que je viens de rappeler et m'ont permis de dédoubler la chlorophylle d'une manière plus nette encore.

» 3° Opérant sur la dissolution de chlorophylle dans l'alcool, je la traite par un mélange d'acide chlorhydrique et d'éther : l'éther s'empare de la phylloxanthine et se colore en jaune, tandis que l'acide chlorhydrique dissout l'acide phyllocyanique et prend une belle teinte bleue : dans ce cas encore la séparation des deux matières colorantes est produite : pour faire cette expérience, à coup sûr, il faut traiter la dissolution alcoolique de chlorophylle par de l'acide chlorhydrique étendu de la moitié de son volume d'eau et n'ajouter l'éther qu'en dernier lieu.

» 4° Enfin, comme dernière démonstration de la nature complexe de la chlorophylle, je citerai l'expérience suivante, qui consiste à verser dans une dissolution alcoolique de cette substance quelques gouttes d'eau de baryte : la base forme avec l'acide phyllocyanique un sel d'un vert foncé qui est insoluble dans l'alcool, tandis que l'alcool prend une belle coloration d'un jaune d'or, qui est due à la dissolution, dans l'alcool, de la phylloxanthine débarrassée de l'acide phyllocyanique.

» Tous ces faits me paraissent donc démontrer que la matière colorante des feuilles contient une substance jaune, la phylloxanthine, et une substance verte, l'acide phyllocyanique.

» Ces points étant établis, j'avais à examiner sous quel état ces deux corps se trouvent dans le tissu organique. Sont-ils en simple mélange ou

en combinaison entre eux; se trouvent-ils en suspension dans les liquides ou combinés aux tissus?

» Dans ma dernière Communication, j'avais admis que les deux matières colorantes des feuilles étaient unies entre elles, et je comparais leur séparation, sous l'influence de la baryte ou de la chaux, à une espèce de saponification.

» Aujourd'hui, prenant en considération les quantités très-faibles d'alcali qu'il faut employer pour extraire les deux principes colorés des feuilles, et étudiant de nouveau l'action des dissolvants neutres soit sur les tissus organiques, soit sur la laque alumineuse de chlorophylle, je suis porté à croire que les deux matières colorantes se trouvent dans les feuilles à l'état de simple mélange.

» Il me restait à examiner si, dans l'organisation végétale, l'acide phyllocyanique est isolé, s'il est combiné à quelque base, ou s'il se trouve uni au tissu organique par cette affinité capillaire que M. Chevreul a si bien étudiée.

» Pour résoudre ces différentes questions, j'ai eu l'idée de rechercher la présence des bases minérales dans la dissolution alcoolique de la chlorophylle des feuilles.

» A ma grande surprise, j'ai trouvé dans cette liqueur alcoolique verte des quantités de potasse très-notables, et j'ai reconnu que la proportion d'alcali était d'autant plus forte que le liquide était plus coloré; évaporant la liqueur et calcinant le résidu, j'ai obtenu du carbonate de potasse sensiblement pur.

» *La matière verte des végétaux pouvait donc être du phyllocyanate de potasse.*

» Mais pour tirer une pareille conclusion des faits que j'avais observés, il ne suffisait pas de constater la présence de la potasse dans la dissolution alcoolique de chlorophylle, car plusieurs sels organiques de potasse contenus dans les feuilles, peuvent se dissoudre dans l'alcool; il fallait surtout combiner l'acide phyllocyanique à la potasse, produire synthétiquement le phyllocyanate de potasse et démontrer l'identité de ce sel avec la chlorophylle des feuilles.

» Ici se présentait une difficulté sérieuse : j'étudie déjà depuis longtemps la chlorophylle et cependant je ne suis pas encore arrivé à obtenir l'acide phyllocyanique à l'état de pureté; c'est ce qui m'a empêché, jusqu'à présent, de faire connaître la composition de ce corps : dès que j'essaye de l'isoler par l'action des acides, il s'altère profondément, perd sa couleur verte et devient brun; cette décomposition rappelle celle de la substance rouge du sang par l'action des acides.

» Je ne pouvais donc pas combiner directement l'acide phyllocyanique

à la potasse; mais le phyllocyanate de baryte, que j'avais obtenu en traitant la chlorophylle par l'eau de baryte, devait heureusement me permettre de préparer le phyllocyanate de potasse et de le comparer à la chlorophylle naturelle.

» J'essayai d'abord inutilement d'isoler l'acide phyllocyanique, en décomposant le sel de baryte par l'acide carbonique ou par les acides organiques les plus faibles; dans ce dernier cas, le corps organique fut toujours altéré; quant à l'acide carbonique, il ne décompose pas le sel de baryte.

» Je pensai alors à une double décomposition, dans laquelle le phyllocyanate de baryte serait décomposé par un sel de potasse, dont l'acide pourrait former un sel insoluble avec la baryte; j'employai dans ce but le sulfate de potasse, et l'expérience eut un plein succès.

» Opérant en présence de l'alcool et traitant le phyllocyanate de baryte par une petite quantité de sulfate de potasse, j'obtins du sulfate de baryte insoluble et du phyllocyanate de potasse qui, en se dissolvant dans l'alcool, communiqua au liquide une couleur verte magnifique: les sulfates de soude et d'ammoniaque agissent de la même manière.

» Une partie du problème était donc résolue : j'étais arrivé à produire une substance verte, en combinant d'une manière détournée l'acide phyllocyanique à la potasse; il me restait à démontrer l'identité de ce sel vert avec la matière verte des feuilles.

» Or, en comparant les propriétés de ces deux corps, cette identité m'a paru incontestable.

» En effet, le phyllocyanate de potasse, semblable à la chlorophylle, est soluble dans l'alcool, dans l'éther et dans les carbures d'hydrogène liquides qu'il colore en vert: il brunit et se trouve décomposé par l'action des acides; sa dissolution alcoolique, comme celle de la chlorophylle, est précipitée par la baryte, la chaux et le sous-acétate de plomb.

» Soumis à l'inspection spectroscopique, le phyllocyanate de potasse donne la raie noire caractéristique d'absorption, placée au milieu de la partie rouge du spectre et qui a été si bien observée par M. Chautard dans son travail sur la chlorophylle.

En un mot, la dissolution alcoolique de phyllocyanate de potasse présente réellement les caractères de la substance verte des feuilles dissoute dans l'alcool.

» Il est cependant une propriété qui semble éloigner la chlorophylle du phyllocyanate de potasse : ce dernier sel est soluble dans l'eau, sous l'influence d'un excès de base alcaline, tandis que l'eau n'enlève pas au tissu des feuilles sa coloration verte.

» Cette différence peut être facilement expliquée : j'ai reconnu en effet que, si l'eau n'enlève pas au tissu des feuilles sa matière verte, et si l'alcool la dissout, c'est que, dans l'organisation végétale, la substance verte est combinée au tissu organique par affinité capillaire, et que l'alcool suffisamment concentré détruit cette combinaison, tandis qu'elle résiste à l'eau : le même fait se reproduit, comme je l'ai dit, pour la laque alumineuse de chlorophylle que l'eau ne détruit pas et que l'alcool décompose.

» Voulant donner à cette explication une démonstration expérimentale rigoureuse, j'ai soumis des tissus de lin et de coton à l'action du phyllocyanate de potasse soluble; la teinture s'est opérée immédiatement et le tissu a fixé le sel de potasse : j'ai obtenu ainsi un tissu vert comparable, pour sa coloration, à celui des feuilles et qui, comme lui, ne cédait rien à l'eau; mais, en le traitant par de l'alcool ou de l'éther, il a, comme la feuille, abandonné immédiatement sa matière colorante aux dissolvants.

» J'ajouterai, en outre, que les phyllocyanates alcalins ne sont réellement solubles dans l'eau que par l'action d'un excès de base.

» *Je crois donc que la démonstration est complète, et qu'il m'est permis d'affirmer aujourd'hui que la matière colorante des feuilles est un mélange de phylloxanthine et de phyllocyanate de potasse.*

» Telle est la conclusion de mes longues recherches sur la chlorophylle.

» Il me reste, en terminant, à soumettre à l'Académie une considération qui me paraît appuyer les faits qui précèdent : on sait aujourd'hui que, quand les feuilles perdent leur chlorophylle et qu'elles deviennent jaunes, elles perdent en même temps une grande partie de la potasse qu'elles contenaient d'abord; cette observation, déjà ancienne, vient confirmer la composition de la matière verte des feuilles telle que je l'ai donnée, puisque cette substance colorée est un sel de potasse.

» Cependant il peut rester dans les feuilles, au moment où elles tombent, une petite quantité de matière colorante combinée à la potasse; ce sel est peu stable : il se détruit sous l'influence des ferments et met la potasse en liberté.

» La chlorophylle joue donc, au point de vue physiologique, un double rôle.

» Pendant la vie des feuilles, sous l'influence solaire, elle détermine, comme on le sait, la décomposition de l'acide carbonique.

» Lorsque les feuilles meurent et tombent, la matière colorante qui reste dans le tissu organique ne tarde pas à se détruire et restitue au sol la potasse qu'elle contenait, qui peut servir alors aux végétations nouvelles. »

BOTANIQUE. — *Changement de couleur de la chlorophylle; son passage à la couleur bleue et à la couleur rouge ou orangée.* Note de M. A. Trécul.

« A l'occasion de la très-intéressante Communication de M. Fremy, je demande à l'Académie la permission de rappeler quelques-unes de mes observations publiées en 1858, dans mon Mémoire sur les *formations vésiculaires dans les cellules végétales* (*Ann. Sc. nat.*, 4e sér., t. X), observations qui me paraissent concerner le sujet que vient de traiter notre confrère. N'ayant point fait d'études chimiques, mais seulement un examen microscopique, je n'ai point la prétention d'avoir donné la solution complète du problème; cependant ces observations me semblent jeter quelque lumière sur la question. J'ai, en effet, vu les grains ou vésicules de chlorophylle passer de la couleur verte à la couleur bleue, et, d'autre part, j'ai vu les grains ou vésicules de chlorophylle de bon nombre d'autres végétaux passer du vert au rouge orangé.

» Le passage du vert à cette dernière couleur m'a été donné par les fruits du *Lonicera etrusca*, de l'*Asparagus officinalis*, etc., par le réceptacle des *Rosa*, et par le pédoncule du *Chamædorea Sartorii*.

» Voici comment je m'exprime à la page 151 :

« Quand ces fruits commencent à prendre la couleur rouge, celle-ci est déterminée ordinairement par le changement de teinte de la chlorophylle. Les cellules du pédoncule du *Chamædorea Sartorii*, Lieb. (*Pl. V*, *fig.* 21 et 22), celles du fruit de l'*Asparagus officinalis* (*Pl. V*, *fig.* 25, 26 et 27), et celles des réceptacles des divers *Rosa*, du *Rosa rubiginosa* en particulier, montrent très-bien cette métamorphose de la matière colorante.... »

» Le passage du vert au bleu m'a été offert par le fruit de l'*Atropa Belladona*, dont j'ai représenté dans la *fig.* 49 de la *Pl. V* une cellule montrant cette transition (*voir* p. 160).

» Voilà ce que j'ai rappelé durant la séance. Qu'il me soit permis d'ajouter les lignes suivantes : Après avoir donné la description de ces faits dans mon Mémoire, j'ai invoqué le concours de la Chimie pour contrôler la théorie de Marquart (p. 161). C'est quelque temps après ma publication que vint celle de notre confrère M. Fremy. Il admit que la matière verte des végétaux est composée de deux substances : l'une bleue et l'autre jaune.

» En voyant apparaître la couleur bleue à la place de la couleur verte, il est clair que l'idée de cette composition binaire dut me venir à l'esprit; mais ne voulant pas, selon mon habitude, aller au delà des faits observés,

et à cause même de ces faits, je ne m'y arrêtai pas. C'est que, pour les raisons qui suivent, je n'étais point convaincu de la préexistence de la couleur bleue dans la chorophylle. En effet, la chromule bleue ne se développe pas seulement dans les grains verts de ces cellules; elle peut imprégner déjà la membrane utriculaire elle-même, quand les cellules ne contiennent encore que des grains verts, et elle se développe dans des cellules qui n'ont jamais contenu de chlorophylle. D'un autre côté, quand tous les grains verts ont été changés en vésicules ou grains rouges ou orangés, la sécrétion de la chromule orangée continue pendant la maturation; elle a lieu dans les jeunes cellules produites et même au pourtour de cellules vieilles, comme je l'ai dit à la page 151.

» Un autre fait m'a inspiré des doutes analogues : c'est la substitution de la matière colorante bleue, finement granuleuse, au liquide rose, que renferment certaines cellules des fruits du *Solanum nigrum* (1). La chromule bleue granuleuse, ainsi développée postérieurement, m'a souvent paru beaucoup trop abondante pour justifier l'idée de la simple disparition de la matière colorante rouge qui, suivant la théorie, doit l'accompagner dans le liquide rose. Si l'on ajoute à cela que la coloration bleue *peut commencer dans la membrane des cellules concernées,* on conviendra que les doutes qui naquirent dans mon esprit sont assez autorisés. La nature binaire de la chromule rose (bleu et rouge) et celle de la chlorophylle (bleu et jaune), malgré des observations qui semblaient engager à les admettre, ne me paraissaient pas suffisamment justifiées. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur les prédictions météorologiques envoyées par les États-Unis;* par M. Faye.

« Dans ces derniers temps, les météorologistes américains ont mis à profit l'étude de la marche des tempêtes dans leur pays pour en prolonger idéalement les trajectoires jusqu'à nos côtes, et nous annoncer leur arrivée plusieurs jours d'avance au moyen du télégraphe transatlantique. Quelques personnes m'ont demandé si ces merveilleux succès n'étaient pas dus, avant tout, au rôle du gulf-stream, qui passe, aux yeux des marins anglais, pour être le *père des orages*, ou du moins la grande route que les tempêtes

---

(1) J'ai aussi observé la substitution de la matière colorante bleue, finement granuleuse, au liquide rose, dans des cellules du fruit du *Solanum guineense*, de l'*Atropa Belladona* et du pédoncule charnu du *Podocarpus sinensis* (p. 160 et 162).

suivent lorsqu'elles traversent l'Océan. Ce courant est bien connu aujourd'hui, et, s'il était vrai qu'il engendrât les tempêtes et en déterminât le cours, il serait aisé d'indiquer d'avance, sur une carte, les points abordés successivement par ces tempêtes jusqu'aux côtes d'Europe que le courant vient frapper.

» Je demande à l'Académie la permission de montrer très-brièvement que cette supposition n'est pas fondée et que les heureuses prédictions des météorologistes des États-Unis reposent sur tout autre chose que le préjugé dont je viens de parler.

» Les lois des tempêtes, que je me suis efforcé de défendre et d'expliquer dans les *Annuaires du Bureau des Longitudes* pour 1876 et 1877, ont été découvertes, il y a plus de cinquante ans, par Reid et Piddington ; on sait ainsi, depuis plus d'un demi-siècle, que les tempêtes parcourent des trajectoires presque géométriques, et toutes semblables entre elles, du moins dans les régions intertropicales et dans une bonne partie des zones tempérées.

» Longtemps considérées comme un simple objet de curiosité par les météorologistes, ces lois reçoivent aujourd'hui en Europe une précieuse application, grâce à la télégraphie, et nous en verrons plus tard d'autres exemples, en d'autres parties du monde, lorsque les Observatoires et les fils électriques s'y seront établis. Les tempêtes, formées d'abord dans les régions équatoriales, se dirigent en premier lieu vers l'est ; leurs trajectoires se recourbent ensuite vers le pôle et marchent finalement vers l'ouest. Elles affectent ainsi une forme parabolique dont la concavité est invariablement tournée vers le couchant. Quant aux sommets de ces espèces de paraboles, ils se trouvent disséminés dans une zone de 30 à 35 degrés de latitude (¹). Si l'on examine une mappemonde sur laquelle on aura tracé les trajectoires les mieux déterminées par les observations nautiques, on saisit aisément les caractères communs à toutes ces courbes. On voit, par exemple, qu'à l'aide d'une partie de la première branche il serait bien difficile de déterminer exactement le reste de la courbe, à cause des variations qui se produisent d'une trajectoire à l'autre, tandis que, si la partie observée se trouve au delà du sommet, sur la deuxième branche, celle qui se prolonge au loin vers l'ouest, on peut assez bien imaginer la suite et en tracer à peu près le cours, du moins dans les limites de la zone tempérée. Et

---

(¹) Je cite ces nombres de mémoire.

comme la vitesse de translation des tempêtes sur ces trajectoires est passablement connue, bien qu'elle aille en s'accélérant, on conçoit que les prévisions des météorologistes américains, postés dans une région favorable et assez étendue, aient réussi à tracer d'avance la marche de certaines tempêtes et à les devancer par le télégraphe. Je suis bien convaincu que c'est ainsi qu'ils ont procédé; ils ont fait comme les astronomes qui, après avoir observé la marche d'une comète sur un petit arc de sa trajectoire céleste, dont ils connaissent d'avance la nature, parviennent à prolonger en quelque sorte cet arc et à annoncer, plusieurs semaines d'avance, les positions qu'elle occupera successivement dans le ciel.

» On voit que le gulf-stream n'y est pour rien. Ce qui a donné lieu au préjugé susdit, c'est une coïncidence purement fortuite. Il se trouve que ce courant présente, avec les trajectoires des tempêtes, une grossière analogie sur une notable partie de son cours. Après avoir suivi quelque temps les côtes des États-Unis, ce courant s'en détache et envoie à travers l'Atlantique, vers l'ouest, une branche qui aborde le continent européen vers l'Irlande. Par suite, si une tempête vient à se former dans la région de ce grand courant, elle semblera en suivre le cours et donnera ainsi lieu de croire qu'elle lui est subordonnée.

» Il est aisé de s'assurer qu'il n'y a là aucune relation de cause à effet; car, si la tempête vient à se former un peu plus loin à l'est ou à l'ouest, elle n'en poursuivra pas moins sa marche sur une trajectoire semblable aux précédentes, en passant au-dessus de régions où il n'y a plus de gulf-stream pour la guider. En outre, les cyclones de la mer des Indes et les typhons des mers de la Chine ont aussi leurs trajectoires paraboliques parfaitement dessinées, et il en est de même des tempêtes observées sur l'hémisphère austral, du côté des îles de la Réunion et de Maurice, avec cette seule différence que les trajectoires de celles-ci sont toujours symétriques de celles-là. Il suffit de jeter un coup d'œil sur l'emploi des trajectoires les mieux connues, et dessinées il y a quarante ou cinquante ans déjà, pour être bien convaincu que le grand phénomène de la translation des orages sur nos deux hémisphères dépend exclusivement de la mécanique générale de l'atmosphère et nullement des courants de la mer.

» C'est, du reste, ce qui ressort clairement de la théorie que j'en ai donnée. Les trajectoires des tempêtes ne dépendent pas de ce qui se passe au ras du sol, ni même dans les couches inférieures de l'atmosphère, mais des courants qui se produisent dans des régions très-élevées où les

mouvements de l'air s'opérent librement par-dessus les continents et les mers, et même par-dessus les vents inférieurs, tels que les alizés. Il en est tout autrement de la circulation océanique ; les courants de la mer suivent en partie les côtes ou se réfléchissent pour ainsi dire sur elles. On est donc en droit d'affirmer que l'extension récente des avertissements météorologiques par-dessus notre Océan n'a absolument rien à emprunter au préjugé qui fait naître et marcher les tempêtes sur le trajet du gulf-stream. »

MÉDECINE. — *Sur l'identité du charbon dans toutes les espèces d'animaux domestiques*. Note de M. **Bouley**.

« Je demande à l'Académie la permission de marquer, dans cette Note, par quelques traits, le caractère du *charbon* des animaux domestiques, afin de montrer que ce nom, qu'on peut appeler populaire, et que la science a conservé avec raison, parce qu'il est l'expression d'un fait physique très-caractéristique et constant, la couleur noire foncée du sang, que ce nom, dis-je, s'applique non pas à un ensemble de maladies différentes, confondues sous cette appellation commune, mais bien à une seule maladie, identique à elle-même dans toutes les espèces, et déjà bien déterminée cliniquement.

» Cette Note me sera l'occasion de soumettre à M. Pasteur, en me plaçant au point de vue clinique, quelques-unes des difficultés du problème dont il se propose la solution expérimentale.

» Dès la fin du siècle dernier, l'observation directe avait déjà établi que, sous la diversité des formes symptomatiques qu'il peut revêtir, suivant les espèces, et dans chaque espèce même, suivant les organismes auxquels il s'attaque, le charbon ne constituait qu'un seul état morbide, toujours le même, et que conséquemment il fallait ranger sous son nom, comme étant identiques, un certain nombre des maladies, en apparence distinctes, qui, dans la nosographie tout instinctive des praticiens antérieurs à la fondation des écoles vétérinaires, avaient reçu des appellations très-diverses, fondées exclusivement sur des différences d'expressions symptomatiques sous lesquelles l'unité du mal essentiel n'avait pas été reconnue.

» Ce fut le mérite de Chabert, le deuxième directeur de l'École d'Alfort, d'avoir saisi le caractère de famille qui existait entre elles toutes, malgré la diversité de leurs caractères extérieurs, et d'avoir discerné qu'en définitive le *glossanthrax*, l'*étranguillon*, l'*anticœur*, le *noir cuisse*, le *mal noir*, l'*arai-*

gnée, le *sang de rate,* etc., etc., ne constituaient qu'une même maladie, une au fond, mais pouvant donner lieu à des symptômes variés, suivant les régions où se manifestaient les lésions locales qui en procèdent.

» Pour Chabert et pour la série des observateurs exclusivement cliniciens qui vinrent après lui et se rangèrent à sa doctrine, l'unité du charbon dans toutes les espèces et chez tous les individus, sous la diversité de ses formes, résultait de la constance et de la communauté d'un certain nombre de symptômes et de lésions anatomiques.

» La soudaineté de l'apparition du mal, la rapidité de sa marche, sa terminaison presque inévitable par la mort : voilà une première caractéristique commune à toutes les affections charbonneuses, caractéristique qui peut être méconnue quand le charbon ne se montre que par cas isolés, dans des localités où il ne règne pas d'ordinaire, mais qui devient très-significative lorsqu'il se manifeste à l'état endémique, dans les lieux où il trouve les conditions, que l'on peut appeler *telluriques*, de son développement. Dans ces cas, la répétition et la rapidité de ses coups sont des traits de caractère auxquels on le reconnaît facilement, sous quelque forme qu'il se présente.

» Il y a des espèces, comme celle du mouton, qui offrent si peu de résistance à l'infection charbonneuse, qu'il suffit de quelques heures pour que la maladie parcoure ses périodes et se termine par la mort, sans qu'aucune manifestation locale ait le temps de se produire sous la forme de tumeurs ou de taches cutanées.

» Dans les autres espèces, l'infection charbonneuse peut aussi être assez intense pour qu'elle ne se manifeste que par des troubles généraux, sans aucune évolution locale extérieure. Mais il y a des cas, particulièrement dans les espèces équine et bovine, où aux phénomènes généraux, caractéristiques de la *fièvre charbonneuse,* viennent s'ajouter des phénomènes locaux qui établissent entre le charbon et les maladies éruptives une certaine similitude. Ces phénomènes consistent dans des mouvements fluxionnaires extérieurs, se traduisant, dans différentes régions du corps, par l'apparition de tumeurs particulières, qui d'ordinaire grandissent très-rapidement et ne tardent pas à devenir crépitantes et à se flétrir.

» Il est remarquable qu'au moment où les tumeurs charbonneuses apparaissent, l'état fébrile se détend et qu'un certain amendement se produit, comme s'il s'était opéré dans le sang un départ des éléments morbides dont il était saturé; et il y a quelques chances alors pour que la destruction des tumeurs charbonneuses à l'aide du feu, des caustiques,

ou bien encore, chose rare, mais possible, par un travail naturel d'élimination, constitue une condition pour que cet amendement se maintienne et que la santé se rétablisse ultérieurement. Mais lorsque la tumeur charbonneuse suit sa marche naturelle, et même encore trop souvent quoique l'art soit intervenu par les moyens les plus énergiques pour tenter de l'enrayer, le mouvement fébrile se ranime après les quelques heures où il a été suspendu, et la maladie reprend son cours avec une très-grande rapidité, pour se terminer par la mort. Les cas sont très-rares où l'intervention de quelques phénomènes critiques du côté des voies intestinales et urinaires lui donne une issue favorable.

» Cet ensemble de symptômes signale très-nettement les maladies ou, pour parler plus exactement, la maladie charbonneuse, car il n'y en a qu'une, et la marque d'un trait tout à fait caractéristique et distinctif.

» Mais il est un dernier fait plus significatif encore : c'est la contagion qui donne au charbon son caractère d'unité, et le constitue à l'état d'espèce morbide complétement distincte de toutes celles avec lesquelles il peut avoir des traits de ressemblance symptomatique. Le charbon est transmissible par inoculation au mouton, au cheval, au bœuf, au porc, au chien même, quoique plus difficilement, et enfin à l'homme avec trop de certitude.

» Ce n'est pas seulement par inoculation que le charbon peut se transmettre : des faits cliniques et expérimentaux démontrent sa transmission possible, par les voies aériennes, à des animaux herbivores des espèces ovine, bovine et équine, voire même à des porcs. Sans doute que la contagion par ce mode est bien moins sûre dans ses effets et bien moins constante que par celui de l'inoculation. Aussi le charbon n'est-il pas susceptible, comme les maladies franchement infectieuses, de se propager à de longues distances de ses foyers d'origine, en acquérant des forces nouvelles, à mesure qu'il s'étend. C'est le contraire que l'on observe. Mais si ses propriétés infectieuses sont faibles et vont toujours en s'atténuant, elles existent cependant, et il faut en tenir compte au double point de vue de la pratique et de l'interprétation des faits.

» Le charbon laisse sur les cadavres, dans toutes les espèces, des marques uniformes et constantes qui sont très-significatives dans les localités où la maladie sévit, et suffisent alors pour la caractériser objectivement et permettre d'affirmer son existence.

» Ces marques, imprimées par le charbon sur les cadavres des animaux

qui ont succombé à son infection, sont, en première ligne, la couleur noire et la diffluence du sang, qui a l'apparence de la poix fondue, avec laquelle tous les anciens observateurs l'ont comparé. Tous les tissus accusent, par leurs nuances assombries et par les taches foncées qui marbrent les plus pénétrables, ce double caractère du sang charbonneux. En outre, ils sont devenus très-rapidement putrescibles. Mais si tous les organes portent ce que l'on peut appeler l'*empreinte du charbon*, accusée par la modification de leur couleur et de leur ténacité, il y en a que l'on peut considérer comme les lieux d'élection des lésions charbonneuses : ce sont la rate et les ganglions lymphatiques.

» La fréquence de la congestion charbonneuse sur la rate est telle que Teissier s'est fondé sur ce caractère nécropsique pour donner à la fièvre charbonneuse du mouton ce nom de *sang de rate* sous lequel elle est aujourd'hui connue. Mais ce caractère n'est pas exclusif au charbon du mouton; on le constate dans les autres espèces, et avec assez de constance, pour qu'on soit autorisé à le considérer comme un des attributs de cette maladie.

» Quant aux ganglions lymphatiques, et particulièrement ceux de l'abdomen, ils sont tuméfiés, eux aussi, par suite d'une congestion sanguine de leur tissu et de l'infiltration dans leur trame d'une quantité considérable de sérosité citrine.

» Telle est la caractéristique générale du charbon vu et étudié avec les procédés de l'observation simple.

» Il résulte de cet exposé que les faits cliniques, loin d'être en contradiction avec ceux que l'observation perfectionnée vient de faire connaître, sont, au contraire, avec eux en parfaite concordance. La découverte de la nature parasitaire du charbon confirme, en effet, ce que l'ancienne observation avait appris sur l'unité de cette maladie dans toutes les espèces, et elle en donne l'explication en faisant voir l'être actif d'où le charbon procède, en le mettant à l'œuvre dans les différents organismes et en lui faisant produire ses effets. C'est là un fait des plus considérables au point de vue de toutes les contagions, car ce qui est dévoilé pour l'une autorise à admettre, d'après l'analogie des manifestations, que, pour les autres, les conditions de l'évolution sont identiques.

» Étant donné que la contagion est le caractère le plus essentiellement distinctif du charbon, et étant connu l'agent qui est l'instrument de sa transmission, M. Pasteur me paraît avoir donné une définition parfaitement exacte de cette maladie lorsqu'il l'a définie par cet agent lui-même,

c'est-à-dire par la bactéridie, que l'on retrouve, en effet, dans toutes les espèces, identique à elle-même par les propriétés qu'elle possède, quelle que soit l'espèce d'où elle provient, de faire naître dans toutes le charbon, se caractérisant dans chacune respectivement par l'appareil symptomatique qui lui est propre.

» Maintenant que, grâce aux recherches de M. Davaine, à qui revient le mérite, comme M. Pasteur l'a si bien démontré, d'avoir découvert le premier les corpuscules du charbon et de leur avoir assigné leur rôle comme agents exclusifs de la virulence; grâce aussi aux recherches de M. Koch, de Breslau, et enfin à celles dont M. Pasteur a fait connaître les résultats si intéressants dans la séance précédente, maintenant, disais-je, que le virus charbonneux a pris un corps et qu'on peut le mettre et le voir à son œuvre de pullulation dans les vases où on le cultive, d'importantes recherches restent à faire pour donner l'interprétation de tous les faits de la pratique.

» Si, comme en témoigne l'observation de tous les temps et de tous les lieux, le charbon trouve les conditions de son développement dans les localités humides, lorsque de fortes chaleurs, succédant à de grandes pluies, donnent lieu à des fermentations dans les flaques d'eau, dans les marécages et dans les marais, c'est que, sans doute, ces conditions deviennent favorables à la production des bactéridies, d'où manifestement le charbon procède, et que les animaux qui vivent dans ces localités les absorbent soit à l'état complet, soit à l'état de spore, et s'en infectent. L'histoire étiologique du charbon ne sera complète que lorsque des recherches microscopiques faites dans les localités infectantes auront permis de saisir les bactéridies charbonneuses là où elles se trouvent, et les auront montrées à l'œuvre de l'engendrement de ces épizooties locales que l'ancienne pratique appelait *spontanées*, dans l'ignorance où elle se trouvait des conditions de leur genèse.

» Mêmes recherches devront être faites dans les régions à culture intensive, telles que la Beauce, où le charbon sévit trop communément à l'état épizootique, et cause annuellement des pertes qui se mesurent par des millions.

» Il a été dit, dans l'exposé symptomatique qui précède, que le charbon, sous une de ses formes, dans les grandes espèces, se traduisait par des congestions extérieures donnant lieu à des tumeurs, après l'apparition desquelles les phénomènes généraux s'amendaient et même pouvaient cesser complétement si ces tumeurs devenaient spontanément le siége d'une

inflammation éliminatrice, ou si on les fixait et on les détruisait par l'action du feu ou des caustiques profondément pénétrants.

» Ce fait de la pratique contraste avec les résultats des expériences d'inoculation qui démontrent qu'il suffit d'une gouttelette de liquide chargé des vibrioniens générateurs du charbon pour que l'infection générale de l'organisme en résulte et toutes ses conséquences, presque inévitablement mortelles. Comment, dans un organisme infecté par les voies naturelles et dans lequel l'infection générale s'accuse par la fièvre d'une extrême intensité qui en est symptomatique, toutes les bactéridies qui y ont pullulé viennent-elles, à un moment donné, s'accumuler dans des régions extérieures, de telle sorte que, si on les détruit aux points où elles se sont concentrées, l'organisme tout entier s'en trouve débarrassé et que la santé puisse se rétablir? Il y a là un fait qui se concilie difficilement avec l'activité de la reproduction que l'expérience démontre être un des attributs des bactéridies.

» Voici un autre fait de la pratique dont l'interprétation ne laisse pas que d'être embarrassante ou de le paraître tout au moins. L'expérience démontre que, lorsque l'on fait émigrer les troupeaux des lieux où le charbon sévit dans les localités où n'existent pas les conditions de son développement, le nombre des victimes qu'il continue à faire diminue graduellement, et qu'il ne tarde pas à cesser ses ravages. L'influence des milieux semble donc nécessaire, d'après ces faits, pour que les bactéridies introduites par les voies naturelles dans l'organisme du mouton s'y entretiennent et donnent lieu à la maladie, qui est l'expression des manifestations de leur activité propre. Et cependant les bactéridies inoculées au mouton, en dehors de ces influences de milieux nécessaires, semble-t-il, pour que le charbon épizootique puisse se développer et s'entretenir, ces bactéridies ne restent pas inactives. Loin de là, elles produisent leurs effets, la plupart du temps, avec une extrême intensité. Pourquoi cette différence?

» La question de l'infection demande aussi à être examinée. Le charbon peut se transmettre à distance; il peut aussi sortir des fosses où des cadavres charbonneux ont été enfouis. Comment s'opère cette translation?

» Si je formule ici ces différentes questions, ce n'est pas que je veuille m'inscrire contre la justesse des conclusions auxquelles les expériences de laboratoire ont conduit. Je crois que ces expériences jettent un grand jour sur la nature du charbon et sur les conditions de la manifestation des phénomènes par lesquels il se traduit; je crois aussi qu'au point de vue des maladies contagieuses, envisagées d'une manière générale, elles sont

d'une importance principale. Quand la question du charbon, dont le virus est aujourd'hui saisi et étudié, aura reçu toutes les solutions que comportent les faits de la pratique, cette étude achevée d'une maladie énergiquement virulente, et, dans une certaine mesure, infectieuse, ne pourra pas manquer de jeter ses clartés sur les autres maladies transmissibles.

» C'est ce qui m'a déterminé à appeler l'attention sur les différents points que je viens de signaler. La nature du charbon étant maintenant dévoilée par les expériences du laboratoire, les contradictions entre les résultats de ces expériences et les faits qui se produisent naturellement ne peuvent pas être fondamentales; elles ne sont, à coup sûr, que dans les apparences. Des recherches ultérieures ne peuvent pas manquer de les concilier, et j'ai, pour ma part, la très-grande confiance que M. Pasteur, avec la sûreté de son jugement et de ses méthodes, parviendra à résoudre toutes les difficultés du problème complexe dont il a abordé l'examen. »

M. Cl. **Bernard**, en présentant à l'Académie un volume de son cours de Médecine professé au Collége de France : *Leçons sur le diabète et la glycogénèse animale*, s'exprime ainsi :

« Depuis le début de mon enseignement de la Médecine au Collége de France, je me suis constamment efforcé de mettre en évidence les liens indissolubles qui unissent la Physiologie à la Pathologie. J'ai même subordonné la connaissance de l'état pathologique à celle de l'état physiologique en cherchant à montrer que les troubles divers de l'organisme ne sauraient être bien compris qu'à la condition d'avoir acquis des notions précises sur le mécanisme normal des fonctions physiologiques qui leur correspondent. L'étude de la glycogénèse et du diabète, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, est un nouvel exemple éclatant de la vérité du principe que je viens de rappeler.

» Le *diabète*, état morbide, représente un trouble de la fonction glycogénique normale. Aussi loin que vont nos connaissances sur la fonction physiologique, aussi loin vont nos données scientifiques sur la nature et la production du phénomène pathologique : aussitôt que les premières se heurtent momentanément contre une inconnue, les secondes sont obligées, si nous ne savons nous résigner à une sage réserve, de se perdre dans le domaine des hypothèses et des théories préconçues. Chaque progrès fait dans la physiologie de la fonction glycogénique est suivi d'un progrès parallèle dans la connaissance scientifique du diabète, et nous pouvons ajou-

ter que c'est à dater seulement de la découverte de la glycogénèse animale que la Médecine a réellement trouvé la base physiologique sur laquelle pourra s'édifier une théorie rationnelle et scientifique de la maladie diabétique.

» Dans les leçons que renferme ce volume, nous nous sommes attaché à démontrer la nature et l'importance de la fonction glycogénique du foie; quoique l'étude de cette fonction soit devenue aujourd'hui classique, elle avait besoin d'être reprise dès la base et dégagée des nombreuses controverses.

» Nous proposant depuis plusieurs années d'établir une sévère critique, une sorte de discipline expérimentale physiologique, nous avons ici réalisé, pour le cas particulier, la critique expérimentale de l'étude de la glycosurie et de la glycémie, en précisant avec soin les procédés de recherche et de dosage du sucre dans les liquides organiques. Nous avons signalé les causes d'erreur qui se sont si souvent glissées dans les analyses dont nous faisons la revue historique depuis Willis qui, le premier, constata la saveur sucrée de l'urine des diabétiques, jusqu'aux recherches modernes qui nous permettent, en dosant le sucre dans l'urine et dans les diverses espèces de sang, de remonter jusqu'à sa source, c'est-à-dire jusque dans le foie.

» En définitive, nous arrivons à voir dans la fonction glycogénique l'une des innombrables phases de la nutrition et dans le diabète un trouble nutritif, souvent très-complexe, comme la fonction physiologique dont il traduit le dérangement.

» Les transformations diverses de l'évolution nutritive, assimilation et désassimilation organiques, constituent encore pour nous une série de problèmes dont nous entrevoyons à peine les solutions. Il en résulte que toute une série de questions afférentes à la physiologie pathologique du diabète sont aujourd'hui enveloppées de la plus complète obscurité. Dans les leçons qui terminent ce volume, nous avons indiqué les principales de ces questions, qui restent à élucider par les progrès ultérieurs de la Physiologie. En insistant d'autre part sur les difficultés de l'expérimentation, nous avons voulu prémunir les médecins contre les théories prématurées que la science physiologique rigoureuse n'aurait point encore démontrées. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours pour le grand prix des Sciences mathématiques, à décerner en 1877. La question proposée est la suivante : *Application de la théorie des transcendantes elliptiques ou abéliennes à l'étude des courbes algébriques.*

MM. Puiseux, Hermite, O. Bonnet, Bertrand et Bouquet réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Serret et Chasles.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de la Commission du grand prix des Sciences physiques, à décerner en 1877, et ayant pour objet l'*étude comparative de l'organisation intérieure des divers Crustacés édriophthalmes qui habitent les mers d'Europe.*

MM. de Lacaze-Duthiers, Milne Edwards, Blanchard, de Quatrefages et Gervais réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Ch. Robin et Pasteur.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de la Commission qui sera chargée de décerner le *prix Poncelet*, pour l'année 1877.

MM. Phillips, Bertrand, Rolland, Resal et Tresca réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Chasles et O. Bonnet.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de la Commission qui sera chargée de décerner le *prix de Mécanique*, de la fondation Montyon, pour l'année 1877.

MM. Phillips, Rolland, Resal, général Morin et Tresca réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. de Saint-Venant et Bertrand.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de la Commission qui sera chargée de juger le Concours du *prix Plumey*, pour l'année 1877.

MM. Phillips, général Morin, Tresca, Rolland et Resal réunissent la ma-

jorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Dupuy de Lôme et Belgrand.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de la Commission qui sera chargée de juger le Concours *Fourneyron* pour l'année 1877.

MM. Phillips, Tresca, général Morin, Rolland et Resal réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Dupuy de Lôme et de la Gournerie.

RAPPORTS.

GÉOGRAPHIE. — *Rapports sur les travaux géodésiques et topographiques, exécutés en Algérie, par M.* Roudaire.

(Commissaires : MM. Dumas, Daubrée, Jurien de la Gravière, Pâris, Yvon Villarceau et Favé rapporteurs.)

Rapport de M. Yvon Villarceau.

« Chargé par le Dépôt de la Guerre de faire la triangulation de la méridienne de Biskra, M. Roudaire a exécuté ce travail dans la campagne de 1872-1873, en commençant par le côté nord de la chaîne : parvenu à l'extrémité sud, le nivellement géodésique lui a permis de vérifier l'existence d'une dépression du sol, très-accentuée, dans la région des chotts de l'Algérie, que M. Dubocq, ingénieur des Mines, avait signalée dès 1849, en se fondant sur un nivellement barométrique. Une telle singularité dans la configuration du terrain, à une assez grande distance du littoral algérien et du littoral tunisien, ne pouvait manquer d'éveiller vivement l'attention de M. Roudaire : à son retour, le jeune officier fit les démarches nécessaires pour obtenir l'autorisation d'effectuer le nivellement de l'un des principaux chotts algériens. Les résultats qu'il obtint dans cette expédition ajoutèrent de nouvelles preuves à celles qu'il avait déjà produites; des renseignements provenant de sources diverses indiquaient, d'ailleurs, la probabilité de l'existence de nouvelles dépressions dans l'intérieur de la Tunisie, jusque dans le voisinage du golfe de Gabès. En supposant une communication établie entre la mer et les chotts, au moyen d'une coupure pratiquée dans les terrains qui les séparent actuellement, l'espace inondé occuperait-il une étendue assez considérable pour justifier l'entreprise d'un

pareil travail? La profondeur de la mer intérieure, ainsi créée, serait-elle suffisante pour le service d'une navigation de quelque importance? Telles sont les préoccupations qui ont déterminé M. Roudaire à compléter sa première exploration des chotts, par une nouvelle étude qui devait relier les chotts de l'Algérie au golfe de Gabès, au moyen d'un nivellement exécuté sur le territoire de la Tunisie. Avec le concours du Ministre de l'Instruction publique et celui de la Société de Géographie, M. Roudaire a pu mener à bonne fin le travail dont il avait jeté les bases.

» Par cet exposé sommaire, l'Académie reconnaîtra que la Commission avait à examiner un ensemble de travaux de diverses natures : 1° la triangulation de la méridienne de Biskra, opération géodésique, entièrement indépendante de tout projet de création d'une mer intérieure; 2° les opérations de nivellement, exécutées entre l'extrémité australe de la méridienne de Biskra et le golfe de Gabès, travail mixte de Géographie et de Topographie; 3° les conclusions de l'auteur du travail, concernant la possibilité et l'utilité, à divers points de vue, de l'établissement d'une communication maritime entre la Méditerranée et les chotts tunisiens et algériens. On comprend dès lors que la Commission ait trouvé bon d'examiner séparément la partie du travail de M. Roudaire, qui se rapporte à la Géodésie, à la Géographie et à la Topographie et d'en vérifier l'exactitude, sans se préoccuper du parti qu'on en pourait tirer dans un but autre que celui de la description d'une partie intéressante du continent africain : c'est le résultat de cet examen que nous allons présentement exposer; un autre Membre fera connaître ensuite l'opinion de la Commission sur le projet soumis à son examen par M. Roudaire.

GÉODÉSIE.

» *Triangulation.* — Le réseau trigonométrique de l'Algérie comprend actuellement une chaîne à peu près parallèle au littoral et s'étendant des confins du Maroc à ceux de la Tunisie, puis la méridienne de Biskra dont il a été question plus haut. La partie orientale de la chaîne principale, comprise entre Blidah et la Calle, a été mesurée par M. Versigny et terminée vers 1869. Cette chaîne de triangles et la méridienne de Biskra offrent trois stations communes, Schouf-Melouk, Zouaoui et Fortas, dont les positions, les distances et les altitudes ont été empruntées au travail de M. Versigny. La méridienne de Biskra comprend quatorze triangles de premier ordre, par lesquels la station de Chegga, située à l'extrémité australe de la méridienne, se trouve reliée aux stations que nous venons de désigner; l'amplitude

méridienne de cette chaîne est d'environ 1°48'; elle traverse, entre Batna et Biskra, le massif de l'Aurès, où se trouve le point culminant de l'Algérie. Sauf la station de Chegga, toutes les autres sont en pays de montagne, et il a été possible de réaliser les conditions les plus favorables à l'exactitude d'une triangulation de premier ordre : la longueur moyenne des côtés des triangles est de 36 kilomètres.

» M. Roudaire a fait usage, pour la mesure des angles horizontaux, du Cercle azimutal, n° 1, de Brunner, en appliquant la méthode de réitération. Cet instrument, dont la description a été publiée, est muni seulement de deux microscopes et n'est pas pourvu d'une vis micrométrique à l'oculaire, pour multiplier rapidement les pointés. Néanmoins M. Roudaire a su en tirer un excellent parti. Nous avons examiné attentivement les observations et nous avons pu constater que leur réduction a été effectuée avec un grand soin. Quarante-deux angles ont été observés, et chacun d'eux a été mesuré en moyenne trente-cinq fois. Comparant chacun de ces angles avec la moyenne, M. Roudaire a calculé l'erreur probable de chaque moyenne et l'a trouvée égale à 0",38 (sexagésimales). Hâtons-nous de déclarer que l'erreur, ainsi obtenue, est de beaucoup supérieure à celle qu'on aurait trouvée, s'il avait été possible d'appliquer les corrections pour les erreurs de division, erreurs qui affectent les valeurs individuelles des angles, alors que la valeur moyenne de ces angles en est sensiblement indépendante. Cette conclusion suppose que le principe de la réitération ait toujours été appliqué dans toute sa rigueur, tandis qu'en certains cas on s'en est un peu écarté : après avoir obtenu plusieurs séries complètes, en changeant le point de départ des mesures angulaires, il est arrivé qu'on ait commencé une nouvelle série sans avoir pu la terminer; dans ces circonstances et pour utiliser toutes les mesures, M. Roudaire a pris néanmoins la moyenne générale [1]; il a pu s'y croire autorisé en se fondant sur cette remarque que, dans l'état actuel de perfection des bons instruments géodésiques, les effets des réfractions latérales et des ondulations sont de beaucoup supérieurs aux erreurs instrumentales : telle est, d'ailleurs, l'opinion que nous nous sommes faite, depuis longtemps, sur ce sujet.

» Au reste, la conclusion à laquelle nous arrivons va se trouver confirmée par la discussion des erreurs de fermeture des triangles, correction

---

[1] Sans doute, il eût été préférable de fondre les séries incomplètes avec les séries complètes, en prenant, pour les unes et les autres, les moyennes des observations faites par les mêmes lectures du limbe, et prenant ensuite la moyenne des résultats ainsi obtenus.

faite de l'excès sphérique. En appliquant la méthode des moindres carrés aux quatorze valeurs de l'erreur de fermeture, on trouve que la moyenne est de $0'',455$; d'où l'on déduit, pour erreur moyenne d'un angle, $\pm 0'',26$. Ce nombre n'est que les $\frac{2}{3}$ de l'erreur probable $0'',38$, déduite de la comparaison des écarts des mesures angulaires avec leurs moyennes.

» Ce rapprochement suffit pour mettre en évidence l'extrême précision obtenue par M. Roudaire, dans la mesure des angles horizontaux. Dans ce travail, M. Roudaire a été assisté par M. de Villars.

» Répartition faite des erreurs de fermeture sur les trois angles de chaque triangle, M. Roudaire a calculé les longueurs des côtés, en empruntant au travail de M. Versigny le côté (Schouf-Melouk)-Zouaoui. Il était intéressant de se procurer une vérification de la longueur des côtés. C'est ce que M. Roudaire a fait, en partant d'un second côté de la chaîne de M. Versigny, le côté Fortas-Zouaoui; par la première voie, on a obtenu, au troisième triangle, pour longueur du côté Guetman-Tehouet, $21\,500^{m},82$; par la seconde, et au deuxième triangle, on a trouvé pour le même côté $21\,501^{m},42$: différence $0^{m},60$. On ne saurait évidemment imputer cette discordance au travail de M. Roudaire; car elle peut provenir d'une erreur relative dans les côtés de départ.

» *Nivellement géodésique.* — Les mesures d'altitude ont été faites, indépendamment, par MM. Roudaire et de Villars, le premier se servant d'un cercle répétiteur de Gambey, le second, du Théodolite répétiteur n° 3 de Brunner : les niveaux des deux instruments ont été étudiés avec soin. Les observations ont fait voir que les réfractions n'étaient sensiblement constantes qu'entre midi et 2 heures : on a dû ne tenir aucun compte de celles qui ont été faites à d'autres moments de la journée.

» Les réfractions ont été calculées d'après la méthode usuelle, suivant laquelle on admet l'égalité des réfractions aux deux stations dont on veut déterminer la différence de niveau : or, bien que les distances zénithales ne fussent pas observées simultanément, les coefficients de réfraction déduits, pour chaque station, ont presque toujours offert une concordance exceptionnelle; résultat qu'on n'eût certainement pas obtenu en combinant les distances zénithales observées à des heures quelconques.

» L'altitude de chaque point a été déduite d'observations faites dans deux stations dont les altitudes avaient été antérieurement déterminées. Les deux cotes, ainsi obtenues, n'ont présenté qu'une seule fois une différence de 1 mètre. Cet écart, de beaucoup inférieur à ceux que l'on rencontre fréquemment dans les nivellements géodésiques, apparaît comme

une anomalie dans un travail dont les résultats offrent une concordance remarquable : il mérite de fixer un instant l'attention.

» Les formules employées dans les calculs de nivellement géodésique supposent les distances zénithales comptées de la normale au sphéroïde de révolution ; tandis qu'on y introduit les distances au zénith vrai, les seules dont on dispose, en l'absence de déterminations astronomiques qui permettraient de réduire ces dernières aux précédentes, d'après le deuxième théorème sur les attractions locales. Or, dans le cas où nous avons constaté cette discordance de 1 mètre, les distances du signal observé aux deux stations sont respectivement de 45 et 30 kilomètres, et nous avons pu nous assurer, par un simple calcul, qu'il suffirait de supposer les corrections des distances zénithales, nécessitées par les attractions locales, égales respectivement à $-3'',2$ et $+2'',1$, pour faire disparaître cette discordance [1]. Or, on a maintes fois constaté de pareils effets des attractions locales, dans les pays de montagne. On ne serait donc pas fondé à imputer entièrement aux erreurs des observations, ou plutôt aux anomalies des réfractions, une discordance de 1 mètre, dans les cotes d'altitudes géodésiques, en de telles circonstances.

» Quoi qu'il en soit, le plus fort écart entre les cotes, déterminées par M. Roudaire et par M. de Villars, n'est que de $0^m,47$. Tahir-Rassou est la dernière station où l'on ait pu employer le nivellement géodésique : en cette station, l'écart entre les résultats des deux observateurs s'est trouvé réduit à $0^m,075$.

» Ce que nous venons de dire des effets des attractions locales nous dispense de nous étendre sur la détermination de l'erreur probable de l'opération, erreur que M. Roudaire évalue à $\pm 0^m,59$: le mode de calcul employé, dans lequel les erreurs des distances zénithales sont déduites des discordances individuelles avec les moyennes, ne serait admissible que si l'on appliquait préalablement aux observations les corrections pour les attractions locales.

» Tahir-Rassou et la station de Chegga, qui forme l'extrémité australe de la méridienne de Biskra, sont séparées par une distance de 25 kilomètres. Le nivellement géodésique, entre ces stations, a présenté de grandes difficultés ; l'une n'est visible de l'autre que peu d'instants avant le lever ou après le coucher du Soleil : néanmoins, M. Roudaire est parvenu, non sans

---

[1] Les corrections précédentes seraient amoindries, si l'on en appliquait également aux observations de distances zénithales faites au point dont on détermine l'altitude.

peine, à obtenir l'altitude géodésique relative de ces stations; il a trouvé $10^m,09$; ce résultat ne lui inspirant pas une grande confiance, il a pris le parti de le contrôler par le nivellement géométrique dont il sera question dans un instant, et qui lui a fourni le chiffre $10^m,36$. Ce dernier nombre doit être accepté avec la signification qui lui est propre. La faible discordance $0^m,27$ qu'il présente avec l'autre ne peut être invoquée, ni en faveur du résultat fourni par la Géodésie, ni contre ce résultat : il n'en est d'ailleurs tenu aucun compte dans la suite des travaux de M. Roudaire.

» Les coordonnées astronomiques et la direction du méridien n'ayant été déterminées que tout récemment à Alger, M. Versigny et M. Roudaire n'ont pu calculer, que provisoirement, les coordonnées géodésiques et les azimuts des sommets de leurs chaînes de triangles. Quand on fera le calcul définitif, il sera possible, en même temps, de réduire les erreurs de fermeture de quelques triangles, toutes minimes qu'elles soient.

» En résumé, la mesure de la méridienne de Biskra constitue un travail géodésique exécuté avec le plus grand soin, et le degré de précision obtenu dans la mesure des angles des triangles ne nous paraît pas avoir été dépassé dans les meilleures triangulations que l'on exécute à notre époque. Qu'il nous soit permis, à cet égard, d'appeler l'attention de l'Académie sur les services signalés que M. Roudaire pourrait rendre à la Géodésie, si on le chargeait de la révision des portions de chaîne de notre canevas trigonométrique, où l'existence de fortes erreurs a été signalée, et d'émettre le vœu qu'on mette à sa disposition, pour ce genre de travail, l'un des excellents cercles azimutaux que l'on construit maintenant dans les ateliers français.

OPÉRATIONS MIXTES DE GÉOGRAPHIE ET DE TOPOGRAPHIE. — NIVELLEMENT DES CHOTTS ALGÉRIENS ET TUNISIENS.

» Les stations géodésiques de Tahir-Rassou et de Chegga ont été, avons-nous dit, reliées par un nivellement géométrique à la fin de la campagne de 1873. Durant l'hiver de 1874-1875, M. Roudaire, partant de la station de Chegga, au nord-ouest du chott el Mel-Rir, a exécuté un nivellement, sur le pourtour de ce chott, en déterminant plusieurs profils en travers. Le plan de la ligne principale de ce nivellement est un polygone fermé. Dans sa dernière expédition, M. Roudaire a vérifié la position relative de deux repères qu'il avait laissés dans la partie la plus orientale de la ligne du nivellement de 1875. Se dirigeant ensuite vers l'est, il a relié ces repères avec le golfe de Gabès, au moyen d'une ligne de nivellement à laquelle il a rattaché quelques profils en travers. La ligne principale se bifurque en un

lieu situé à 22 kilomètres du littoral et l'atteint, de cette manière, en deux points de la côte, distants d'environ 12 kilomètres : on possède ainsi deux profils du seuil de Gabès.

» Pour se faire une idée de l'exactitude de l'ensemble du travail, il est nécessaire d'entrer dans quelques détails concernant les méthodes d'observation et les circonstances dans lesquelles les opérations de nivellement ont été exécutées.

» Le niveau employé est du système Brunner; les mires, divisées en doubles centimètres, sont celles que l'on désigne sous la dénomination de *mires parlantes*. Le grossissement de la lunette est de 25 fois; son réticule est muni de trois fils horizontaux et à très-peu près équidistants. Le fil du milieu sert seul à la détermination des cotes d'altitude; les fils extrêmes sont employés à la mesure de la distance de la mire observée : ils sont cependant utilisés pour éviter les grosses erreurs des lectures faites au fil du milieu; en effet, il suffit d'un coup d'œil, jeté sur les chiffres inscrits, pour s'assurer si la lecture faite au fil du milieu s'accorde sensiblement avec la moyenne des lectures faites aux fils extrêmes. Ce précieux moyen de contrôle suffit lorsque la pente du terrain est faible; mais, dans les fortes pentes, il fait défaut, si l'on ne peut réduire les distances des mires : en effet, l'image de l'un des fils extrêmes se projette alors sur le terrain ou sur le ciel. Dans ces circonstances exceptionnelles, que l'on a évitées le plus qu'il a été possible, on a multiplié les vérifications des lectures et l'on a recommencé les opérations dans toute l'étendue où cela pouvait être utile.

» Il résulte de là que les portées de nivellement ont dû varier notablement autour de moyennes, qui étaient d'environ 150 à 200 mètres. (Pour n'avoir pas à y revenir, disons dès à présent que le nombre des stations s'est élevé à 3000 environ, ce qui donne 6000 portées.)

» La fiole du niveau est divisée en parties dont la valeur angulaire est 12″; la fiole se retourne et ses deux positions correspondent à deux positions du tube de la lunette, dans lesquelles l'une des génératrices est amenée en haut ou en bas, en faisant tourner de 180 degrés la lunette autour de son axe de figure; de cette manière, la moyenne des lectures faites au fil du milieu est affranchie du défaut de parallélisme de l'axe optique avec l'axe de figure de la lunette. Pour éviter les erreurs de lecture du niveau et simplifier en même temps les calculs, on amène le milieu de la bulle dans une position constante, au moyen d'une vis de rappel adaptée à l'instrument. Le niveau étant d'ailleurs réglé de très-près, et aussi souvent que cela est nécessaire, le mouvement de la vis de rappel est sans influence sen-

sible sur l'élévation du rayon visuel. En opérant de la même manière, dans les observations faites sur les mires d'avant et d'arrière, on obtient une différence d'altitude qui n'exige aucune correction, si les distances des mires sont égales; dans le cas de l'inégalité des distances, il reste à appliquer des corrections relatives, l'une à l'inégalité de diamètre des collets de la lunette, l'autre à l'effet combiné de la rondeur de la Terre et de la réfraction : la première de ces corrections est négligeable, eu égard à la perfection du travail de l'artiste; l'autre a été constamment appliquée, en faisant usage d'un coefficient de la réfraction, déterminé lors du nivellement géodésique de la méridienne de Biskra, et dont l'incertitude ne peut en rien affecter les résultats du nivellement géométrique.

» Les difficultés qu'on a rencontrées dans la région des chotts sont incomparablement plus grandes que celles auxquelles on est exposé dans nos climats tempérés. Les rayons visuels, peu élevés au-dessus d'un sol vivement échauffé par le soleil, traversent des couches d'air, de températures très-inégales, et subissent des déviations qui déplacent incessamment les images des objets terrestres, quand ces déviations ne vont pas jusqu'à troubler la netteté des images et à rendre leur observation impossible.

» Dans nos climats, lorsque les ondulations ainsi produites deviennent nuisibles à l'exactitude des observations, on suspend les travaux pendant une grande partie de la journée, si cela est nécessaire : la proximité des habitations permet toujours de trouver un gîte dans le voisinage du point où l'on termine les opérations d'une journée. En Afrique, au contraire, l'éloignement des lieux de campement oblige à poursuivre le travail, tant qu'il n'est pas devenu absolument impossible.

» La nature du sol, dans la région des chotts, n'a pas permis d'obtenir toute la fixité désirable des points d'appui des mires : on en était réduit à pilonner le sol et à disposer des planchettes horizontalement, pour recevoir le pied des mires, qui devaient garder une situation invariable pendant le temps compris entre les pointés d'avant et d'arrière; enfin la violence du vent rendait souvent très-difficile de maintenir les mires exactement verticales en se servant d'un perpendicule.

On ne doit pas s'attendre à ce qu'un nivellement d'une grande étendue, exécuté dans les circonstances qu'on vient d'indiquer, présente une précision comparable à celle des nivellements que l'on exécute en France et à l'étranger, depuis une trentaine d'années. Au lieu d'erreurs de quelques millimètres ou centimètres, nous en trouverons sans doute qui atteindront des décimètres : il s'agit actuellement d'en fixer les limites, s'il est possible.

» Les moyens dont on dispose en Europe pour vérifier un nivellement géométrique consistent à suivre un polygone qui ramène au point de départ ou aboutisse à un repère dont l'altitude soit censée connue.

» Le premier de ces moyens a été mis en usage par M. Roudaire, dans le nivellement exécuté autour du chott el Mel-Rir. Ce nivellement, qui comprend une étendue de 550 kilomètres et 1580 portées, a présenté, au retour à la station de départ, une cote plus forte de $0^m,72$. En calculant l'erreur moyenne de la différence de niveau entre deux mires et sans tenir compte de l'influence des ondulations qu'il n'avait pu apprécier, M. Roudaire a trouvé, pour erreur probable du nivellement total, $0^m,10$, nombre bien inférieur à l'erreur réelle. Suivant cet observateur, on pourrait attribuer la plus grande partie de l'erreur, $0^m,72$, à un léger tassement du sol, sur lequel les mires étaient dressées; il suffirait, en effet, d'un tassement de $\frac{3}{10}$ de millimètre à chaque station, pour produire $0^m,47$.

» Le même mode de vérification a été appliqué à un espace de 70 kilomètres, vers le seuil de Kriz : l'erreur constatée au retour s'est trouvée seulement de $0^m,12$.

» Enfin, les deux lignes de nivellement, de 25 à 30 kilomètres, par lesquelles le nivellement général se rattache au golfe de Gabès, ont présenté, à leur point commun, la faible discordance de $0^m,08$.

» Tels sont les seuls moyens de contrôle que nous offre le nivellement géométrique de M. Roudaire, considéré en lui-même. Nous avons exposé les précautions prises dans l'emploi du niveau; il reste à dire un mot des calculs de réduction : nous avons pu constater que le mode de calcul adopté est exact; ajoutons que la vérification repose sur la comparaison des résultats obtenus par deux calculateurs travaillant isolément. Nous pouvons donc conclure que les erreurs subsistantes ne peuvent être attribuées à de grossières erreurs d'observation, qui auraient passé inaperçues, ni à des fautes dans les calculs. Les discordances qui subsistent nous paraissent imputables, tant à l'état de l'atmosphère, qu'à la difficulté de maintenir les mires verticales et à la même hauteur au-dessus du sol, pendant la durée d'une opération partielle.

» On a vu que deux des portions de nivellement ont présenté des vérifications satisfaisantes, tandis que le nivellement effectué sur le pourtour du chott el Mel Rir reste entaché d'une erreur de $0^m,72$. Or on peut s'assurer que le développement de la ligne de nivellement comprise entre la station de Chegga et le golfe de Gabès n'excède, que d'une minime fraction, la longueur de la ligne de nivellement qui contourne le chott el Mel-Rir; il est

dès lors permis d'admettre que l'erreur inconnue de la première de ces lignes soit de même ordre de grandeur que l'erreur constatée de la seconde : il paraîtra toutefois inadmissible qu'elle s'élève au double. Nous pensons, en conséquence, qu'en fixant la limite d'erreur de la ligne principale à 1 mètre, nous exagérons très-probablement les légères imperfections de l'opération de M. Roudaire.

» Nous venons de discuter le nivellement géométrique, sans nous préoccuper des résultats qu'on pourrait essayer de déduire de sa comparaison avec le nivellement géodésique de la méridienne de Biskra : c'est qu'en effet les nivellements géodésiques, fussent-ils corrigés des erreurs dues aux attractions locales, fourniraient des cotes d'altitude qu'on ne doit pas confondre avec les cotes de nivellements géométriques, les unes se rapportant à l'ellipsoïde des géodésiens, les autres à la surface de la mer prolongée idéalement au travers des continents. On ne pourrait tirer de cette comparaison un moyen de contrôle, que si l'on connaissait l'écart que présentent ces deux surfaces.

» M. Roudaire s'est cru néanmoins obligé d'effectuer cette comparaison, et il a trouvé, pour les deux repères laissés en 1875, un excès de $3^{m},86$ des altitudes déduites du nivellement géodésique, sur les altitudes fournies par le nivellement géométrique exécuté entre ces repères et le golfe de Gabès.

» Une telle discordance ne surprendra pas les ingénieurs qui ont comparé le résultat de leurs opérations avec les cotes d'altitude que publie le Bureau des Longitudes, en les empruntant au Dépôt de la Guerre : en l'absence de toute distinction entre les nivellements géodésique et géométrique, et sûrs de leurs opérations, ils n'hésitent pas à mettre les discordances au compte des officiers d'état-major qui ont fait la carte de France.

» Pour nous édifier au sujet du chiffre $3^{m},86$, nous avons consulté un tableau des différences entre les cotes d'altitude fournies par les nivellements géodésique et géométrique, que l'on a bien voulu nous communiquer au Ministère des Travaux publics. Ce tableau comprend quatre-vingt-six points de notre territoire ; nous en avons extrait ceux qui se trouvent à une distance de l'Océan à peu près égale à la distance de l'extrémité australe de la méridienne de Biskra à la Méditerranée : ces points, à peu près situés sur la méridienne de France et compris entre Orléans et Mende, sont au nombre de vingt. Pour dix-huit d'entre eux, les altitudes géodésiques excèdent les altitudes géométriques; les deux autres présentent

des différences en sens contraire des premières et assez faibles du reste. La moyenne générale de ces différences est

$$3^{m}, 24,$$

nombre peu inférieur à celui que M. Roudaire a trouvé dans la région des chotts.

» Les différences de cette nature ne doivent pas être imputées entièrement aux erreurs des nivellements géodésiques. Pour peu qu'on y réfléchisse, on reconnaîtra que, dans le voisinage de la mer, la faible densité de l'eau, comparée à celle des terrains, la grande étendue et la grande profondeur de la mer, la protubérance de hauteur généralement croissante qui forme le massif continental, tout cela contribue à incliner la direction du fil à plomb et, par suite, la surface de niveau qui lui est perpendiculaire, dans un sens tel que la surface de niveau s'élève graduellement, en pénétrant dans les terres, au-dessus de la surface de l'ellipsoïde; de là résulte un excès croissant des altitudes géodésiques sur les altitudes géométriques. Ces considérations se trouvent justifiées par les différences que l'on trouve pour des points compris entre Orléans et Dunkerque : ces points sont plus distants de l'Océan; ils se rapprochent du Pas-de-Calais, dont la profondeur est bien moindre que celle de l'Atlantique et la largeur très-restreinte. Or le tableau montre que, pour ces points, les différences des deux cotes d'altitude sont bien inférieures et que, pour un assez grand nombre d'entre elles, le signe de la différence est changé.

» De tout cela, il résulte que la discordance $3^{m}, 86$ trouvée, par M. Roudaire, entre les résultats de deux genres de nivellement, s'explique, au moins en partie, par la considération des attractions locales.

» Il nous reste à examiner les opérations exécutées en vue de reporter sur la carte le tracé des diverses lignes de nivellement. Sur toutes ces lignes il a été fait usage de la méthode de cheminement, c'est-à-dire que l'itinéraire a été relevé au moyen des portées de nivellement et de la boussole. Tout en cheminant, MM. Parisot ou Baronnet, au moyen d'une grande boussole, recoupaient tous les points saillants du terrain. Les positions de la ligne de nivellement, ainsi déterminées, ont été rectifiées de temps à autre, soit au moyen d'opérations géodésiques, soit en ayant recours aux observations astronomiques. Les premières ont été effectuées, tant que l'on est resté en vue de signaux ou de repères établis sur la chaîne de l'Aurès : on a ainsi déterminé six points géodésiquement entre Chegga et Chécar.

» Entre cette station et le golfe de Gabès, il a été fait douze déterminations astronomiques de la latitude. M. Roudaire s'est servi d'un théodolite de Brunner et d'un chronomètre battant la demi-seconde; le théodolite a été employé comme un cercle méridien, dont l'azimut était déterminé par l'observation d'étoiles convenablement choisies. Le cercle vertical a fourni les distances zénithales des étoiles et du Soleil, pour la détermination de la latitude. En dix stations, le cercle horizontal a été utilisé dans la détermination de la déclinaison magnétique, qu'il était nécessaire de connaître, pour l'application correcte de la méthode de cheminement. Ajoutons que l'instrument a été également employé dans les observations de la polaire hors du méridien.

» La détermination des longitudes par les culminations lunaires exige qu'on en recueille un certain nombre. M. Roudaire n'a pu faire l'application de cette méthode qu'à la station de Bir-Rabou, près de la frontière de Tunisie, où il est resté assez longtemps pour observer quatre culminations; la moyenne qu'il en a déduite s'est trouvée d'accord avec celle qu'avait fournie l'itinéraire topographique à 2′ 3″ près. M. Roudaire n'ayant pu se procurer les corrections des ascensions droites tabulaires de la Lune, il est impossible, pour l'instant, de conclure quoi que ce soit de cette comparaison.

» Enfin, M. Roudaire a reçu de notre collègue, M. Mouchez, la communication de la longitude et de la latitude de l'embouchure de l'Oued-Mela, coordonnées qui ont été utilisées pour la rectification de l'itinéraire topographique.

» Nous ne pouvons nous étendre davantage sur cette partie du travail de M. Roudaire; il nous paraît suffisant de faire connaître que les observations astronomiques ont été exécutées avec un soin supérieur à celui que pouvait réclamer l'emploi d'instruments transportables, non établis sur des massifs de maçonnerie.

» En résumé, le nivellement exécuté par M. Roudaire dans la région des chotts et le levé qui l'accompagne constituent un travail d'une grande valeur au point de vue de la Géographie et de la Topographie de cette partie du continent africain : quant à la *possibilité* de créer une mer intérieure dans la région des chotts, elle sera examinée par M. le Rapporteur, chargé spécialement, par la Commission, de l'étude de cette partie du travail de M. Roudaire. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES. — *Formes réduites pratiques du développement de Taylor.* Note de M. **Rouyaux**, présentée par M. Ledieu.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

« Le développement de Taylor est susceptible de différentes formes réduites qui peuvent constituer une méthode générale de recherches dans les Mathématiques appliquées. Quoique en grande partie connues et souvent utilisées par M. Yvon Villarceau dans différents Mémoires, ces formes n'ont encore reçu qu'une bien faible partie des nombreuses applications dont elles sont susceptibles.

» La première de ces formes est la formule bien connue

$$\text{(I)} \qquad \varphi(x+h) - \varphi(x) = h\varphi'\left(x + \frac{h}{2}\right),$$

qui réunit en un terme unique les deux premiers termes de la série ordinaire de Taylor, et qui n'est d'ailleurs qu'un cas particulier de la formule plus générale

$$\text{(II)} \quad \varphi(x+h) - \varphi(x) = h\varphi'(x) + \frac{h^2}{1.2}\varphi''(x) + \ldots + \frac{h^n}{1.2.3\ldots n}\varphi^n\left(x + \frac{h}{n+1}\right),$$

qui, avec n termes, tient compte des $(n+1)$ premiers termes de la série de Taylor.

» Ces deux formules, qui, dans le cas d'une seule variable, se vérifient immédiatement, peuvent d'ailleurs s'étendre au cas de plusieurs variables, à l'aide de l'artifice employé pour généraliser la formule de Taylor ellemême. Il suffit, à cet effet, de déduire de l'équation (II) la formule

$$\text{(III)} \quad \varphi(x) - \varphi(0) = x\varphi'(0) + \frac{x^2}{1.2}\varphi''(0) + \ldots + \frac{x^n}{1.2.3\ldots n}\varphi^n\left(\frac{x}{n+1}\right),$$

et d'appliquer le développement qu'elle fournit à la fonction $\varphi(x)$ définie par l'équation

$$\varphi(x) = F(a + hx, b + kx, \ldots).$$

» En faisant ensuite $x = 1$ dans le résultat, on trouve sans difficulté

$$\text{(IV)} \quad \left\{ \begin{aligned} & F(a+h, b+k, \ldots) - F(a, b) \\ & = \frac{1}{1.2.3\ldots i} \sum_{i=1}^{i=n-1} \left(h\frac{dF}{da} + k\frac{dF}{db}\right)^i \\ & + \frac{1}{1.2.3\ldots n}\left[h\left(\frac{dF}{da}\right) + k\left(\frac{dF}{db}\right)\right]_{a+\frac{h}{n+1},\, b+\frac{k}{n+1}}. \end{aligned} \right.$$

» En faisant $n = 1$, on trouve la formule suivante, dont nous ferons plus loin d'importantes applications nautiques,

$$\text{(V)}\quad \left\{\begin{aligned} &F(a+h,\, b+k,\ldots) - F(a,b) \\ &\quad = hF'_a\left(a+\frac{h}{2},\, b+\frac{k}{2},\cdots\right) + kF'_b\left(a+\frac{h}{2},\, b+\frac{k}{2},\cdots\right) + \ldots\end{aligned}\right.$$

» Les formules (I) et (V), en supprimant la recherche et le calcul numérique des dérivées secondes, peuvent rendre d'utiles services dans toutes les branches des Mathématiques appliquées, et nous devons nous borner à signaler ici quelques applications importantes empruntées à l'Astronomie, dont il n'est pas nécessaire de rappeler les notations classiques.

» 1° Quand un premier calcul d'angle horaire aura fait connaître le temps t et l'azimut A correspondant à une première distance zénithale z, on pourra déduire les temps t', t'', ... correspondant à une série de distances zénithales z', z'', ..., au moyen de la formule

$$\Delta t = \Delta z \frac{1}{\cos\varphi \sin\left(A + \frac{1}{2}\Delta A\right)},$$

qui est beaucoup plus courte que le calcul ordinaire d'angle horaire, eu égard aux tables spéciales (tables de M. Labrosse ou de M. Perrin) qui fournissent avec toute l'exactitude requise la variation ΔA de l'azimut en fonction de la variation Δz de la distance zénithale. Dans un observatoire, le théodolite donnera lui-même les azimuts dont on a besoin.

» Ce procédé, appliqué au calcul de l'état absolu d'un chronomètre, permettra d'utiliser isolément chacune des hauteurs, ce qui procure le grand avantage de pouvoir apercevoir et rejeter les observations douteuses et d'apprécier l'erreur probable du résultat définitif. *A la mer*, où une minute d'arc est une approximation suffisante, ce même procédé permettra d'utiliser des hauteurs très-écartées, et c'est là un avantage sérieux dans les mauvais temps et dans les temps à grains.

» 2° La courbe de hauteur qui devient chaque jour d'un usage plus général, on pourrait presque dire plus exclusif en navigation, nécessite, dans son tracé par points successifs, la connaissance de la variation Δt correspondant à une variation $\Delta\varphi$ de la latitude. La formule

$$\Delta t = \left(\frac{\cot A}{\cos\varphi}\right)_{\varphi + \frac{1}{2}\Delta\varphi} \times \Delta\varphi,$$

dont la parenthèse se trouve par une simple lecture dans les tables spéciales

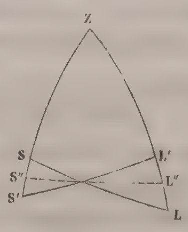
susmentionnées, donnera donc le résultat cherché pour des variations de φ pouvant s'étendre à plusieurs degrés.

» 3° Il convient encore de signaler une nouvelle méthode de réduction des circumméridiennes aussi courte et aussi exacte que la méthode classique de Delambre.

» 4° Enfin la formule (V) donne une nouvelle méthode de réduction des distances lunaires qui nous paraît très-curieuse au point de vue analytique. On démontrerait facilement, en effet, que l'on a

$$\Delta v - \Delta a = - dH \cos S'' - dh \cos L'',$$

les angles S″ et L″ étant les angles au Soleil et à la Lune dans le triangle moyen entre le triangle apparent ZSL et le triangle vrai ZS′L′. Ces angles se calculeront à l'aide des trois côtés $90^\circ - H - \frac{dH}{2}$, $90^\circ - h - \frac{dh}{2}$, $\frac{\Delta a + \Delta v}{2}$,



ce dernier élément se déduisant d'une valeur approchée de la distance vraie calculée avec l'heure du chronomètre, qui sera toujours assez exacte pour cette détermination.

» Nous ne pouvons ici que signaler cette méthode de réduction, que nous nous proposons de discuter ailleurs. Nous devons cependant dire de suite que ce mode spécial de réduction seul nous appartient, car l'utilité d'opérer la réduction par la méthode indirecte et l'intermédiaire des angles S et L avait été bien antérieurement mise en évidence par MM. les officiers de marine Beuf et Perrin, qui préparent actuellement une nouvelle méthode où des tables spéciales très-ingénieuses permettent de tenir compte des termes du troisième ordre de la formule ordinaire de Taylor. »

M. Belzon soumet au jugement de l'Académie le plan et la description d'une machine électromagnétique dont il est l'inventeur.

(Renvoi à l'examen de M. du Moncel.)

M. **Duportail** demande à communiquer à l'Académie le résultat de ses recherches sur la résolution générale des équations d'un degré quelconque.

(Renvoi à l'examen de la Section de Géométrie.)

M. **Apolis** et M. **Martin** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

La **Société de Géographie de Lyon** adresse à l'Académie, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique, une demande signée par les Présidents des Sociétés de Géographie de Paris, Lyon, Marseille et Bordeaux. (Extrait).

« Il s'agirait d'établir dans les 40000 communes de France une pierre portant l'indication de la longitude, de la latitude, de l'altitude du lieu, ainsi que le nom du bassin.

» Cette mesure n'est pas seulement avantageuse aux Sciences : l'Agriculture, cette vraie source des richesses d'une nation, y est aussi grandement intéressée, surtout en ce qui touche l'importante question des irrigations. »

(Cette proposition sera soumise à l'examen de la Section de Géographie.)

L'**Académie des Sciences médicales de Catalogne** prie l'Académie de lui accorder ses Recueils, et offre d'envoyer, en retour, les Collections qu'elle publie.

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. **Bertrand** communique une lettre de M. Schering, membre de l'Académie Royale des Sciences de Göttingue et chargé par elle de publier les Œuvres de Gauss. La bibliothèque, les manuscrits et la correspondance de l'illustre géomètre ont été acquis par l'Académie de Göttingue. M. Schering en a extrait plusieurs Lettres de Lagrange, de Laplace, de Delambre et de Sophie Germain, dont il adresse à l'Académie des copies vérifiées. Il serait bien désirable que les réponses à ces Lettres et les autres écrits de Gauss en la possession des savants ou des collectionneurs français fussent communiqués à l'Académie de Göttingue, et que l'éminent éditeur pût les faire figurer dans la belle édition des Œuvres du grand géomètre, dont six volumes déjà ont été publiés.

M. le Secrétaire perpétuel prie toutes les personnes qui posséderaient des manuscrits de Gauss de vouloir bien, dans l'intérêt de la Science, en informer l'Académie, qui s'empressera de transmettre à M. Schering tous les documents de nature à l'aider dans son grand travail, si digne de la reconnaissance des géomètres.

M. **R. Wolf** adresse à l'Académie le 43e numéro de ses « Astronomische Mittheilungen ».

« Ce numéro renferme mes dernières recherches sur le magnétisme terrestre et le parallélisme de ses variations avec la fréquence des taches solaires. »

MM. **Deprez**, **Farabeuf**, **Gallois**, **Hardy**, **Kretz**, **Müntz**, **Palisa**, **Ribaucour**, **Steinski**, **Toussaint**, **Vicaire** adressent des lettres de remercîments à l'Académie pour les récompenses qui leur ont été décernées dans la dernière séance publique (Concours de 1876).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Intégration des équations différentielles linéaires à coefficients quelconques, avec ou sans second membre.* Note de M. **D. André**, présentée par M. Hermite.

« Lorsqu'une fonction y, définie par une équation différentielle, est développable en série suivant les puissances croissantes de la variable x, il suffit, on le sait, pour en former le développement, de calculer, pour $x = 0$, les valeurs des dérivées successives de y.

» Il suit de là un procédé pour obtenir sous forme de série l'intégrale d'une équation différentielle quelconque. A cause des difficultés du calcul, ce procédé n'a été appliqué jusqu'ici qu'à des équations différentielles très-simples. A l'aide des résultats obtenus par nous dans un travail dont nous avons déjà publié un résumé (1), nous pouvons l'appliquer à toutes les équations différentielles linéaires sans exception.

» Soient, en effet, $U_1, U_2, U_3, \ldots$ les valeurs, pour $x = 0$, de la fonction y, définie par une équation différentielle linéaire quelconque, et des dérivées successives de cette fonction. Les premières de ces valeurs sont connues, puisqu'on peut les prendre arbitrairement, et, comme l'équation différentielle est linéaire, chacune des valeurs suivantes est liée à une ou plusieurs de celles qui la précèdent par une relation du premier degré. Ces valeurs

(1) Thèses soutenues devant la Faculté des Sciences de Paris, le 28 mars 1877.

forment donc une série déterminée à la façon des séries récurrentes. Or le travail indiqué plus haut fournit justement le terme général d'une série ainsi déterminée.

» Quelle que soit l'équation différentielle linéaire considérée, la relation du premier degré dont nous venons de parler est de la forme

$$U_n = u_n + \sum_{1}^{\lambda_n}{}_k A_k^{(n)} U_{n-k},$$

u_n étant une fonction de n, λ_n un entier également fonction de n, et $A_k^{(n)}$ un coefficient fonction de n et de k. On a évidemment alors

$$U_n = \sum_{1}^{n}{}_p \psi(n, p)\, u_p,$$

et nous montrons dans notre travail que

$$\psi(n, p) = \sum A_{k_1}^{(n_1)} A_{k_2}^{(n_2)} A_{k_3}^{(n_3)} \ldots,$$

le signe Σ s'étendant à tous les systèmes possibles de valeurs des entiers $n_1, n_2, n_3, \ldots, p_1, p_2, p_3, \ldots$, qui satisfont aux conditions

$$k_1 + k_2 + k_3 + \ldots = n - p,$$
$$n_1 = k_1 + p, \quad n_t = k_t + n_{t-1},$$
$$0 < k_t \leq \lambda_{n_t}.$$

Telle est l'expression générale de U_n, c'est-à-dire du coefficient de $\frac{x^{n-1}}{(n-1)!}$ dans le développement cherché.

» Dans le cas particulier où l'équation linéaire est à coefficients constants, et quel qu'en soit d'ailleurs le second membre, on obtient pour $\psi(n, p)$, et, par suite, pour U_n, deux expressions beaucoup plus simples. Alors, en effet, la relation du premier degré devient, à partir d'une certaine valeur de n,

$$U = u_n + \sum_{1}^{\lambda}{}_k P_k U_{n-k},$$

u_n désignant une fonction de n, λ un entier constant, et P_k un coefficient dépendant de k, mais non pas de n; et si l'on convient de poser, pour les valeurs précédentes de n,

$$U_1 = u_1, \quad U_2 = u_2 + P_1 U_1, \quad U_3 = u_3 + P_1 U_2 + P_2 U_1, \quad \ldots,$$

on trouve, en premier lieu,

$$\psi(n,p) = \sum \frac{(\alpha+\beta+\ldots+\omega)!}{\alpha!\,\beta!\,\ldots\,\omega!} P_1^\alpha P_2^\beta \;\ldots\; P_\lambda^\omega,$$

le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs positives ou nulles des exposants $\alpha, \beta, \ldots, \omega$, qui satisfont à l'équation

$$1\alpha + 2\beta + \ldots + \lambda\omega = n - p;$$

et, en second lieu,

$$\psi(n,p) = \frac{1}{(n-p)!}\left(\frac{d^{n-p}}{dx^{n-p}}\frac{X^{n-p+1} - X^{\theta_p}}{X - 1}\right)_{x=0},$$

X représentant le polynôme

$$P_1 x + P_2 x^2 + \ldots + P_\lambda x^\lambda,$$

et θ_p la partie entière du quotient de $n - p + \lambda - 1$ par λ.

» Ces résultats permettent, on le voit, d'écrire le développement d'une fonction y définie par une équation différentielle linéaire absolument quelconque. Ils fournissent pour ce genre d'équations une méthode générale d'intégration. Cette méthode, à la vérité, présente ce double inconvénient de donner l'intégrale sous la forme d'une série et de conduire parfois pour les coefficients de cette série à des expressions fort compliquées; en revanche, elle offre ce quadruple avantage de dispenser des quadratures, de supprimer la variation des constantes, de n'exiger la résolution d'aucune équation, enfin de s'appliquer encore dans les cas où les autres méthodes deviennent illusoires. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Taches solaires observées à Madrid en avril 1877.* Lettre de M. V. **Ventosa** à M. Janssen.

« Observatoire de Madrid, le 28 avril 1877.

» Je viens de lire, dans les *Comptes rendus* du 16 avril, la Communication intéressante que vous avez présentée à l'Académie des Sciences, à propos du groupe de taches très-remarquable soudainement apparu sur le Soleil du 14 au 15 de ce mois. En confirmation des idées exprimées dans votre Note, je vous prie de vouloir bien me permettre d'y ajouter quelques mots.

» Le 14, observant ici le Soleil vers 1 heure de l'après-midi, temps moyen de Madrid, j'y ai vu deux points obscurs qui s'étaient sans doute formés depuis le matin, et dont le plus grand avait un angle de position

de 28 degrés et une distance d'environ 8 minutes du centre du disque. Ayant regardé de nouveau le Soleil quatre heures après, je fus surpris d'y trouver, en outre des points ci-dessus indiqués, de petits noyaux sans pénombre, un peu au sud et près du même centre, distribués en trois lieux différents, comprenant une aire de 30 secondes de diamètre et formant un triangle presque équilatéral. Ces petits noyaux, qui me parurent alors *croître par instants*, ont été l'origine du beau groupe du 15, signalé par vous, tandis que le premier disparut bientôt sans laisser de traces.

» Des phénomènes du même genre se sont produits depuis le 20, une suite de taches, quoique moins remarquables, s'étant successivement formée dans la moitié orientale de l'hémisphère visible, pour se dissoudre après, ou diminuer au moins, dans la moitié occidentale.

» Ces faits viennent à l'appui de vos conclusions et montrent, encore une fois, la nécessité de multiplier les observations sur tous les méridiens pour obtenir, d'une manière complète, l'histoire des vicissitudes importantes qu'éprouve notre Soleil. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations sur la Communication faite à l'Académie des Sciences, le 16 avril 1877, par M.* Janssen, *et relative à la formation subite d'une tache très-importante dans le Soleil.* Note de M. **Gazan**, présentée par M. Morin.

« Le numéro 16 (16 avril 1877) des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* contient, page 732, une Communication de M. Janssen, relative à une tache très-importante qui s'est formée sur le Soleil du 14 au 15 avril. L'illustre observateur annonce : « que le 14, à 8 heures du matin, la surface solaire était absolument exempte de taches; que le 15, à la même heure, la photographie présente dans l'hémisphère sud, un peu à l'occident de la ligne des pôles, *près du centre du disque*, un espace de près de deux minutes de diamètre couvert de taches, dont les plus considérables présentent des noyaux de 15 à 20 secondes de diamètre, avec de larges pénombres de figures très-tourmentées.

» Laissant de côté la description des taches, M. Janssen ne s'occupe que de l'*importance du phénomène qui s'est produit d'une manière si subite,* et il croit pouvoir déduire de ses observations antérieures, confirmées par la dernière : que si, dans les périodes minimum, les taches sont rares, c'est qu'il y a alors, dans la photosphère, une tendance très-marquée à la dissolution, à la disparition des phénomènes dès leur naissance; et il cite le fait

de nombreuses petites taches qui ont apparu et disparu dans l'espace de un à deux jours.

» Quant au phénomène du 15 avril, le savant académicien croit pouvoir lui prédire une prompte extinction; sa configuration doit changer rapidement, les noyaux se segmenteront pour disparaître peu après, et il ajoute :

« Il ne serait pas surprenant que les taches actuelles, qui à l'époque d'un maximum eussent pu accomplir plusieurs rotations solaires, soient presque disparues avant d'avoir atteint, samedi prochain, le bord occidental du disque ».

» Cette observation de M. Janssen est présentée comme constituant une exception à la formation ordinaire des taches. Voici ce que nous lui répondons :

» 1° La tache du 15 avril ne s'est pas formée subitement, comme toutes les taches, ainsi que l'ont constaté W. Herschel et le P. Secchi (voir mon Mémoire de 1873 *Sur la constitution physique du Soleil*, déposé chez M. Gauthier-Villars, 55, quai des Augustins, p. 35 et 23). Elle a été annoncée par des bouillonnements et des ruisseaux de la matière lumineuse, quelques jours d'avance. Mais, comme la tache était située près du centre du disque solaire, c'est-à-dire dans la partie la plus lumineuse de l'astre, l'éclat de cette partie a effacé celui de la matière lumineuse bouillonnante qui forme les facules, et n'a pas permis de les apercevoir, le 14, le 13.... Nous espérons que M. Janssen nous en donnera lui-même la preuve, car il a dû constater l'existence de facules autour des taches, avant leur disparition au delà du bord occidental du Soleil. Or ces facules ne sont que des ruisseaux de matière lumineuse qui divergent en s'écartant de la tache et ne peuvent être produits que par le mouvement ascendant que W. Herschel a reconnu, dans les premiers moments de la formation des taches (voir mon Mémoire précité, p. 35). On sait que les facules, invisibles dans la partie la plus brillante du disque solaire, deviennent de plus en plus perceptibles et nettes à mesure que les taches s'approchent des bords du Soleil. Les taches observées par M. de la Rue, le 20 septembre 1861, dont M. Guillemin a donné une belle figure (*Pl. II* de la 5e édition du *Ciel* que publie en ce moment M. Hachette), suffiraient pour le prouver de la manière la plus évidente.

» Donc la tache de M. Janssen n'a pas été formée subitement; car nous maintenons, avec W. Herschel et le P. Secchi, que toutes les taches sont annoncées quelques jours d'avance par une vive agitation de la matière lumineuse à l'endroit où elles vont se former, et avant l'apparition du

noyau, relativement noir, qui constitue la tache primitive, sans pénombre. Cet avertissement peut ne pas être aperçu; mais il ne se manifeste pas moins et toujours.

» 2° La disparition plus ou moins prompte des taches ne dépend pas de l'état de la prétendue photosphère, qui serait différent aux deux époques de maximum et de minimum, cette dernière ayant une tendance très-marquée à la dissolution des phénomènes dès leur naissance. Dès leur apparition, toutes les taches tendent à disparaître; la disparition commence au moment où se forme la pénombre et sa durée dépend principalement de la dimension des taches; et si, comme l'annonce M. Janssen, sa tache présente des noyaux de 15 à 20 secondes de diamètre, elle ne disparaîtra pas plus promptement qu'à une époque de maximum, et on la verra reparaître dans les premiers jours de mai, vers le bord oriental du Soleil, à moins, comme le dit encore M. Janssen, que les noyaux ne se segmentent, c'est-à-dire *ne se brisent,* ce qui est peu probable.

» 3° Quant aux figures très-tourmentées des pénombres, celles des grands noyaux se transformeront sans doute et se rapprocheront de la forme circulaire, et voici les phénomènes qu'on pourra y remarquer :

» Au pied des talus des pénombres et sur le noyau, il se formera un anneau lumineux concentrique au contour extérieur, et d'où pourront partir des ruisseaux de matière lumineuse qui se ramifieront sur le noyau, ruisseaux improprement appelés des *ponts.*

» La longueur des ruisseaux lumineux qui se précipitent dans la pénombre ira en augmentant jusqu'à ce que le noyau disparaisse, et, à dater de ce moment, elle diminuera jusqu'à zéro, lorsque la pénombre sera comblée par la matière lumineuse et que la tache aura disparu. Cette variation de longueur des ruisseaux lumineux qui tapissent l'intérieur de la pénombre n'a encore été signalée par personne, bien qu'elle soit réelle. Peut-être restera-t-il, après la tache, quelques traces de facules, qui ne tarderont pas à s'effacer.

» 4° Enfin des protubérances pourront accompagner la tache. Il est impossible de prévoir ce qu'elles seront, tant elles sont variables par la forme, les dimensions et la durée; mais il est probable qu'elles seront moins abondantes et moins considérables qu'à une époque de maximum.

» 5° Pour ce qui concerne les petits noyaux, ils disparaîtront isolément et plus ou moins promptement, suivant leur grosseur, en produisant des pénombres peu considérables, ou seront entraînés par les courants de matière lumineuse dans les grandes pénombres qu'ils finissent par remplir.

» Nous partageons l'opinion de M. Janssen sur l'importance des photographies du Soleil; mais elles ne doivent pas faire abandonner les observations directes et spectroscopiques, qui permettront de décider de la liquidité de la surface du disque solaire et de la solidité du noyau des taches. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la double réfraction accidentelle.* Note de M. J. **Macé**, présentée par M. Desains.

« Les phénomènes de double réfraction accidentelle produits par la compression ont donné lieu, depuis leur découverte par Brewster, à de nombreuses recherches. Les phénomènes produits par la trempe n'ont été au contraire que peu étudiés. Depuis leur découverte par Seebeck et les recherches de Brewster, on ne trouve guère que les travaux de M. de Luynes, où l'auteur étudie principalement les propriétés mécaniques acquises par une trempe énergique, et ceux de M. Mascart sur la trempe des lames de glace coulées (*Journal de Physique*, 1876), où l'auteur s'est attaché surtout au côté pratique de la question.

» Le but des recherches que j'ai entreprises depuis quelques mois est, au contraire, de chercher les lois auxquelles peut être soumis ce phénomène, et de chercher les analogies ou les différences qui peuvent exister entre la trempe et les autres cas de double réfraction accidentelle.

» Je me suis donc proposé d'étudier des lames de formes géométriques simples, et spécialement des lames rectangulaires et carrées, de dimension, d'épaisseur et de nature différentes. Si l'on remarque que Wertheim, par l'étude de la compression régulière du verre, a pu montrer que les différences de marche sont proportionnelles aux pressions exercées, on voit que l'on était conduit à étudier la distribution des différences de marche dans les diverses lames soumises à l'expérience.

» La disposition employée était très-simple. Un chariot, portant la lame à étudier, permettait de la déplacer parallèlement à un micromètre, formé, comme dans l'appareil de M. Jamin, de deux fils fins parallèles, et en outre d'un troisième fil horizontal, rendu nécessaire par la forme courbe qu'affectent souvent, et en particulier dans les lames carrées, les franges étudiées. Comme toujours, le polariseur était à 45 degrés, l'analyseur alternativement croisé et parallèle, de manière à étudier des franges correspondant à des différences de marche variant par demi-longueurs d'onde. On supprima le compensateur, qui avait l'inconvénient de déformer les franges en les rendant souvent difficilement observables. On

s'en servit toutefois, pour les rectangles, afin de mesurer la différence de marche centrale.

» On se servit, comme appareil éclaireur, du brûleur du saccharimètre Laurent. On mesurait la position de chaque frange au moins à 0,1 de millimètre.

» Dans tous les cas, en étudiant la distribution des différences de marche le long d'une ligne parallèle à deux des côtés de la lame, et à égale distance, on a pu représenter le phénomène par une formule identique à celle qui représente la distribution du magnétisme dans un barreau aimanté,

$$y = A(K^x + K^{-x}),$$

en comptant x à partir du milieu de la lame, ou

$$y = A_1(K^x + K^{2l-x}),$$

en les comptant à partir du bord. Les différences entre le calcul et l'observation se sont toujours maintenues inférieures aux erreurs possibles d'observation, et ne se sont élevées qu'exceptionnellement au 0,01 de la longueur mesurée.

» J'ajouterai que, dans une lame rectangulaire longue, et pour la distribution des franges parallèles aux longs côtés, on obtient une courbe analogue à celle des aimants brachypolaires; une lame carrée quelconque donne une courbe analogue à celle des aimants mégapolaires. On trouve, par exemple, pour une lame rectangulaire : $A = 2,53$; $K = 2,99$. Pour une lame carrée : $A = 0,0124$; $K = 100,5$. L'unité d'ordonnée est la demi-longueur d'onde; l'unité de longueur, le centimètre.

» A la suite de ces recherches se posait naturellement cette question : Doit-on attribuer ce phénomène, ainsi que Neumann l'avait pensé, à une action régulière exercée sur la masse de verre par les couches extérieures au moment de la solidification? J'ai fait à ce sujet plusieurs séries d'expériences, en variant les conditions; mais, dans tous les cas où je me suis placé, j'ai été conduit à la même conclusion : les causes de ces deux phénomènes sont complétement différentes.

» Il en est tout autrement si l'on compare les effets de la trempe avec ceux qui résultent de l'échauffement régulier d'une lame de verre par son contour. Lorsqu'on examine au microscope polarisant une lame carrée échauffée par les procédés ordinaires, on est frappé de l'analogie des phénomènes. Malheureusement la rapidité avec laquelle les colorations changent et disparaissent ne permettait pas de faire des mesures précises. J'ai donc dû recourir à un artifice.

» Je pris deux lames rectangulaires, tirées de la même lame de glace, amenées à avoir absolument les mêmes dimensions. L'une fut faiblement trempée. L'autre pouvait être introduite dans une pièce métallique chaude, construite spécialement pour cet objet. On reconnut d'abord que les signes d'une lame trempée et d'une lame échauffée sont les mêmes. Si de plus, après avoir disposé sur le microscope polarisant la lame trempée, à 45 degrés du plan de polarisation, on lui superpose, en la croisant, la lame de même forme échauffée, il arrive un moment où la partie commune est traversée par une croix noire, dont les branches passent par les quatre sommets du carré d'intersection. Ce phénomène ne peut se produire que si la distribution des retards est, à cet instant, la même dans les deux lames. La double réfraction produite par la trempe est donc identique à celle qui est produite par un échauffement régulier par le contour de la lame. »

PHYSIQUE. — *Sur la résistance intérieure des éléments thermo-électriques.* Note de M. L. Rolland, présentée par M. Desains.

« Lorsque l'on met en marche une pile thermo-électrique de dimensions un peu considérables, l'intensité du courant produit n'atteint une valeur à peu près fixe qu'au bout d'un temps variable avec la masse de la pile, mais toujours assez long.

» Je me suis proposé de chercher quel rôle joue dans cette variation générale le changement de résistance intérieure de la pile, changement qui est inévitable, puisque la conductibilité d'un métal est fonction de la température.

» Je me suis servi, pour mesurer ces résistances, du procédé suivant : (L. Mouton, *Journal de Physique*, t. V, p. 144). L'un des pôles de la pile arrive dans un godet de mercure en communication avec un rhéocorde de Poggendorff; de là, le courant se rend dans un galvanomètre de Weber, après avoir passé par un shunt qui permet de régler à volonté la sensibilité du galvanomètre. L'autre pôle arrive dans un autre godet en relation directe avec le galvanomètre.

» Enfin, deux autres godets placés sur le passage du courant permettent d'introduire telle dérivation que l'on veut à l'aide d'une boîte à résistances [1]. Cela posé, le rhéocorde était mis à un chiffre b, on fermait le cou-

---

[1] Les dérivations introduites à l'aide de cette boîte étaient exprimées en mètres de fil télégraphique français; on sait que le kilomètre de ce fil vaut environ 10 Siemens.

rant, on observait la déviation du galvanomètre; on introduisait une dérivation s, la déviation diminuait, et on la ramenait à être ce qu'elle était en diminuant la longueur du rhéocorde, soit b' la nouvelle longueur; on avait alors

$$R = s\frac{b - b'}{b'},$$

équation qui exprime R en mêmes unités que s (1).

» Mes premières recherches ont porté sur des piles Clamont. La pile étant soigneusement entourée d'écrans en cuivre pour éviter les moindres courants d'air, je mettais en marche un chronomètre à pointage, j'allumais le feu et je déterminais la résistance de minute en minute pour chacune des piles partielles d'abord, puis je les accouplais en tension et enfin en quantité. Je suivais ainsi les résistances pendant quarante minutes; la pile étant alors portée au rouge-cerise, je suivais les résistances pendant le refroidissement. Les courbes que j'obtenais avaient pour abscisses les temps et pour ordonnées les résistances. J'ai étudié dans des conditions identiques trois piles Clamont; les courbes ont été sensiblement analogues.

Ces expériences m'ont confirmé dans l'opinion que j'émettais plus haut. La courbe des résistances oscille continuellement; sa marche, d'abord assez irrégulière, ne devient à peu près normale qu'au bout d'une vingtaine de minutes; alors elle ne présente plus que de légères irrégularités, et se fixe bientôt à une hauteur qu'elle conserve pendant environ dix minutes. L'extrait suivant d'un des tableaux d'expériences vérifie ces assertions.

» Lorsque la pile se refroidit, la courbe oscille encore assez irrégulièrement en décroissant. J'ai observé que, pendant les trois ou quatre minutes qui suivaient l'extinction du feu, la résistance mesurée comme il a été indiqué semblait augmenter brusquement, mais il faut bien remarquer que la méthode suivie suppose essentiellement la constance de la force électromotrice pendant le couple d'expériences nécessaires à la détermination de chaque résistance. Or il se pourrait qu'au moment de l'extinction du feu, la force électromotrice variant très-vite, la méthode cessât d'être applicable.

---

(1) La véritable formule serait $R = s\frac{b - b'}{b' + G}$, G étant la résistance du galvanomètre; quand le courant est assez fort pour permettre d'introduire au shunt une dérivation convenable, G est négligeable. Dans le cas contraire, on l'élimine par deux déterminations simultanées en faisant varier s.

C'est ainsi que j'ai opéré pour un élément formé par des tiges fer et cuivre d'environ $0^{m},003$ d'épaisseur.

Extrait d'un des tableaux d'expériences.

ÉCHAUFFEMENT.

PILE INFÉRIEURE. ($S = 80$; $b = 75$).

Temps.	b'.	R_1.
1m	55	29,09
2	60	20
3	56	27,14
4	46	50,43
...	...	...
...	...	...
...	...	...
...	...	...
8	41,5	64,57
9	41	66,34
10	39,5	71,89
...	...	...
...	...	...
...	...	...
...	...	...
...	...	...
14	38	78,31
15	80	80
16	80	80
...	...	...
...	...	...
...	...	...
19	37,5	82,16
20	37,5	82,16
...	...	...
...	...	...
...	...	...
40	37,5	82,16

PILE SUPÉRIEURE. ($S = 80$; $b = 75$).

Temps.	b'	R_2.
1m	62	16,77
2	55,5	28,10
3	53	33,20
...	...	...
...	...	...
...	...	...
8	44,5	54,89
9	43,5	57,93
10	43	59,53
...	...	...
...	...	...
...	...	...
...	...	...
14	40,5	68,14
15	40	70
16	40	70
17	40	70
...	...	...
...	...	...
...	...	...
29	37	82,16
30	37	82,16
31	36,5	84,38
32	36,5	84,38
...	...	...
...	...	...
40	36,5	84,38

PILES EN TENSION. ($S = 100$; $b = 75$).

Temps.	b'.	R_3.	$R_1 + R_2$.
1m	51,5	45,63	45,86
2	50,5	48,51	48,10
3	47	59,77	60,34
...	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...
6	36,5	105,47	106,96
7	35,5	111,26	113,03
...	...	...	...
...	...	...	...
11	32	134,37	136,69
12	31,5	138,09	143,98
...	...	...	...
8	30	150	150
19	29,5	154,23	156
20	29,5	154,23	156
...	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...
25	28	167,85	164,97
...	...	...	...
32	28	167,85	171,04
33	27,5	172,72	171,04
34	27,5	172,72	171,04
...	...	...	...
...	...	...	...
40	27,5	172,72	171,04

PILES EN QUANTITÉ. ($S = 80$; $b = 75$).

Temps.	b'.	R_4.	$\frac{R_1 + R_2}{4}$.
1	65	12,30	11,46
2	62	16,77	12,02
3	58	23,44	15,08
...	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...
10	52	35,38	32,85
11	51	37,64	34,17
12	51	37,64	34,52
...	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...
18	48	45	38,55
19	48	45	38,55
20	48	45	41,24
...	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...
28	47,5	46,31	42,20
29	47,5	46,31	42,20
30	47,5	46,31	42,20
...	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...
40	47,5	46,31	43,95

REFROIDISSEMENT.

Temps.	b'.	R_1.	Temps.	b'	R_2.	Temps.	b'.	R_3.	$R_1 + R_2$.	Temps.	b'.	R_4.	$\frac{R_1 + R_2}{4}$.
1	31	113,54	1	28,5	129,82	1	23,5	219,14	218,15	1	43,5	57,93	54,53
2	31,5	110,47	2	29	126,89	2	24	212,50	215,08	2	42,5	61,17	53,77
3	32	107,5	3	28,5	129,82	3	24,5	206,12	215	3	43	59,53	53,77
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
10	36	86,66	10	36,5	71,89	10	28	167,85	171,05	10	47,5	46,31	42,76
11	36	86,66	11	37,5	80	11	29,5	154,23	166,66	11	47,5	46,31	41,66
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
19	38	78,31	19	41	66,34	19	31	141,93	144,65	19	53	33,20	36,16
20	38	78,31	20	41	66,34	20	31	141,93	144,65	20	53	33,20	36,16

» Enfin j'ai étudié une pile thermo-électrique, fer et cuivre; une partie des soudures plongeait dans un bain de glace fondante, l'autre dans un bain échauffé par un serpentin en cuivre où passait de la vapeur. Les courbes construites en prenant pour abscisse la moyenne des températures indiquées par trois thermomètres et pour ordonnées les résistances

présentent une marche analogue à celles précédemment étudiées ([1]).

» Ce travail a été fait à la Sorbonne, au laboratoire d'enseignement de Physique. »

CHIMIE. — *Sur les acétates acides.* Note de M. H. Lescœur.

« M. Villiers, dans une Note récente ([2]), conclut à l'existence de toute une série d'acétates acides contenant de l'eau de cristallisation. Des recherches faites sur le même sujet m'avaient conduit à des appréciations différentes.

» **1.** On peut produire un acétate de soude cubique en dissolvant à chaud l'acétate neutre dans des proportions convenables d'acide acétique contenant depuis 30 pour 100 jusqu'à 75 pour 100 d'eau. Mais la composition chimique de produits ainsi obtenus est variable.

» Des cristaux cubiques obtenus dans l'acide à 54,7 pour 100 et au-dessus contenaient 42,22 pour 100 de $C^4H^4O^4$ libre.

» Ce produit m'a paru correspondre à un acétate défini

$$NaOC^4H^3O^3, C^4H^4O^4.$$

Il fond au-dessus de 140 degrés. Exposé dans un lieu sec et chaud, il s'effleurit, et l'on finit par obtenir un produit neutre.

Des cristaux cubiques obtenus :

dans l'acide	à 39 p. 100	ne contenaient que	34,69	p. 100 d'acide libre.
»	à 28 p. 100	»	25,49	»
»	à 26 p. 100	»	19,68	»

» Ces produits ne sont évidemment pas des espèces définies. Ils ressembleraient par leur composition et leur aspect aux différents degrés de l'altération du biacétate sous l'influence de l'humidité.

» **2.** Le sel cubique est anhydre.

» *a*. En effet, l'analyse de cristaux convenablement choisis concorde avec la composition $NaOC^4H^3O^3, C^4H^4O^4$.

» *b*. On peut produire le même composé par voie sèche, et en dehors de l'intervention de l'eau.

([1]) Elles ont oscillé au moment où a commencé l'échauffement et ont fini par se fixer au bout d'une quinzaine de minutes à une valeur de 150 mètres, valeur qui est restée constante pendant un temps assez long (vingt minutes environ).

([2]) *Comptes rendus*, 15 avril 1877.

» Le triacétate de soude anhydre chauffé fond en un liquide clair et commence à se dissocier. On voit bientôt se précipiter au sein de la liqueur de petits cubes ou des trémies présentant absolument l'aspect du biacétate produit par voie humide. Ce composé ne peut être que le biacétate anhydre.

» *c*. Enfin, dans des solutions sursaturées convenablement choisies, des germes de biacétate de soude parfaitement anhydre se sont montrés féconds et ont donné naissance aux mêmes cristaux cubiques de biacétate.

» 3. Il est difficile de conclure à l'existence d'un composé ou d'une série de composés, lorsque les renseignements tirés de la forme cristalline et de la composition chimique viennent à faire défaut. La forme cristalline ne peut être dans le cas présent l'objet de mesures précises, les composés s'altérant à l'air. La composition chimique varie d'un échantillon à l'autre, même dans des cristaux en apparence identiques. Mais les cristaux les plus transparents et que l'on obtient dans les solutions les plus acides se rapprochent par leur analyse de la composition théorique du triacétate ou du biacétate.

» Pour déterminer quels sont parmi ces composés ceux qui ont une existence réelle, on peut employer ici deux méthodes différentes. La première est fondée sur les propriétés bien connues des liqueurs sursaturées; la seconde s'appuie sur les lois de la dissociation.

» 4. J'ai préparé, d'une part, une série de sursaturations formées d'une manière méthodique avec de l'acétate de soude et des acides acétiques à des titres très-variés.

» J'ai réuni d'autre part une collection de germes les plus divers, des triacétates de soude à divers états de dessiccation, des acétates acides de compositions très-variées.

» Or, parmi ces germes, les uns se sont conduits vis-à-vis des sursaturations comme des espèces simples, donnant naissance, comme le triacétate de soude, à de longues aiguilles, ou, comme le biacétate, à de petits cubes se précipitant lentement au fond de la sursaturation; d'autres se sont conduits comme un mélange donnant à la fois les deux sortes de cristaux. Mais aucun germe ne m'a paru avoir une action spéciale différente de celle du triacétate ou du biacétate ou des deux réunis.

» Les sursaturations ont, en outre, donné lieu à des remarques intéressantes.

» En général, plusieurs germes peuvent rompre une sursaturation donnée

en produisant des cristaux différents. Par exemple, dans le liquide sursaturé formé par

Acétate de soude fondu........	100^{gr}
Acide acétique à 28 pour 100.........	116^{cc}

le triacétate, le biacétate cubique et l'acétate neutre donnent des cristallisations de formes différentes.

» Enfin il se produit quelquefois spontanément de gros cristaux qui paraissent être des prismes orthorhombiques. Il est impossible d'obtenir ce dernier composé dans un état de pureté propre à l'analyse : constamment, à un moment de l'extraction de ces cristaux sous l'influence d'un germe accidentel, on voit un point de la masse devenir opaque et la transformation se propager rapidement. D'après l'analyse d'un produit dont la purification a laissé le moins à désirer, ce sel contiendrait 28 pour 100 de $C^4H^4O^4$ libre. Ce serait donc un sesquiacétate.

» 5. L'étude des tensions de dissociation fournit encore un moyen de caractériser les composés comme espèces chimiques.

» Le triacétate de soude possède à 100 degrés une tension de dissociation d'environ 107 millimètres de mercure. Si l'on soumet du triacétate à la dessiccation lente dans une cloche contenant de la chaux, on sait que ce sel s'effleurit lentement en perdant de l'acide acétique. Or si l'on prélève de temps en temps une petite portion du composé et qu'on en cherche la tension à 100 degrés, on trouve constamment le nombre 108 millimètres, jusqu'à un moment où la tension devient brusquement inférieure à 38 millimètres. A ce moment le sel analysé présente exactement la composition $NaOC^4H^8O^3, C^4H^4O^4$.

» Les circonstances m'ont empêché de terminer ce travail, notamment de rechercher par la même méthode s'il existe des acétates anhydres intermédiaires entre le biacétate et l'acétate neutre; toutefois de mes expériences il semble résulter que les sels acides formés par l'acétate de soude et l'acide acétique sont : le triacétate $NaOC^4H^3O^3, 2C^4H^4O^4$ de M. Berthelot, le biacétate cubique $NaO, C^4H^3O^5, C^4H^4O^4$, et peut-être un sesquiacétate.

» Les autres sels acides décrits, ou n'ont pas une existence distincte, ou sont des composés d'un ordre différent. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'éther acétylacétique.* Note de M. E. DEMARÇAY, présentée par M. Cahours.

« Des travaux récemment publiés par différents chimistes sur des sujets se rapprochant beaucoup de celui-ci m'obligent à publier, avant qu'il soit terminé, les premiers résultats d'un travail que j'ai entrepris depuis quelque temps déjà.

» J'ai annoncé l'année dernière qu'en faisant réagir la potasse alcoolique sur l'éther acétylisopropylacétique, soit monobromé, soit dibromé, on obtenait deux nouveaux acides qui paraissaient se rapprocher par leur composition des acides angélique et oxyangélique. J'ai repris depuis l'étude de ces corps, et les ayant eu en plus grande abondance, j'ai trouvé qu'ils s'éloignaient complétement de ces derniers acides. Le premier de ces corps, qui fond vers 123°-124°, répond, d'après plusieurs analyses concordantes, à la formule

$$3C^6H^8O^2 + H^2O$$

(j'ai trouvé en moyenne 60,96C et 7,40H : la formule exige 61,01C et 7,33H). Cette molécule d'eau ne peut être éliminée qu'à une assez haute température. Ce produit cristallise avec une grande facilité ; l'évaporation lente de sa solution dans l'éther l'abandonne sous forme de cristaux de plusieurs centimètres de long. Il paraît appartenir au type orthorhombique. Ce produit, quoique présentant une réaction légèrement acide, diffère des acides ordinaires sous plusieurs rapports. Ainsi sa solution fournit, avec le perchlorure de fer, une coloration rouge violacé intense. Le perchlorure de phosphore l'attaque en dégageant de l'acide chlorhydrique, mais le produit obtenu ne se décompose pas par l'eau comme les chlorures de radicaux d'acides. En outre, il ne m'a pas été possible d'obtenir de sel cristallisé avec aucune base. Néanmoins, je désignerai ce corps par le nom d'*acide hexique*. Cet acide ou le résultat de son attaque par le perchlorure de phosphore fournit avec le brome des dérivés bien définis.

» Quant au produit que l'on obtient par l'action de la potasse alcoolique sur le dérivé dibromé de l'éther acétylisopropylacétique, produit que je désignerai sous le nom d'*acide hexénique,* il se présente par évaporation très-lente de sa solution alcoolique en cristaux très-nets, de forme très-probablement clinorhombique. Il fond à 187 degrés. Malgré de nombreux essais, je n'ai pu l'obtenir entièrement pur ; aussi ne puis-je pas être sûr de

sa formule. Celle qui s'accorde le mieux avec les analyses est celle d'un *acide oxyhexique*

$$3C^6H^8O^3 + H^2O.$$

(Elle exige 53,75C et 6,46H : j'ai trouvé 53,63 et 6,80.)

» Le résultat de ces expériences m'ayant semblé assez inattendu, j'ai voulu savoir si d'autres homologues dérivés de l'éther acétylacétique fourniraient des résultats analogues. J'ai donc examiné l'éther acétyléthylacétique et l'éther acétylméthylacétique. Ces deux éthers, traités à froid par 1 molécule de brome, puis par la potasse alcoolique, m'ont fourni deux produits correspondant parfaitement à l'acide hexique, rougissant en solution aqueuse par le perchlorure de fer, et cristallisant avec la plus grande facilité. Ces acides, que je désigne par les noms d'*acides pentique* et *tétrique*, présentent la composition d'homologues inférieurs de l'acide hexique. Comme lui ils retiennent un tiers de molécule d'eau de cristallisation. Leurs formules sont donc

$$3C^5H^6O^2 + H^2O \quad \text{et} \quad 3C^4H^4O^2 + H^2O.$$

» Le point de fusion de l'acide pentique, pris sur un échantillon encore impur, s'est trouvé situé vers 150 degrés. Celui de l'acide tétrique, plus pur, quoique encore coloré en jaune, s'est trouvé entre 186 et 184 degrés.

» Si, au lieu de faire réagir une seule molécule de brome sur les éthers acétyléthylacétique et acétylméthylacétique, on en fait réagir deux, on obtient par l'action de la potasse alcoolique deux acides ressemblant à s'y méprendre à l'acide hexénique, et que je désignerai sous les noms d'*acides penténique* et *tétrénique*. Ces acides n'ont été encore obtenus qu'à un état trop impur pour être soumis à l'analyse. A cet état, ils fondaient : l'acide penténique, de 196 à 198 degrés, l'acide tétrénique, de 202 à 204 degrés.

» Ces faits me semblent prouver que, au moyen de l'éther acétylacétique, on peut obtenir deux séries d'acides correspondant aux formules

$$3C^nH^{2n-4}O^2 + H^2O \quad \text{et} \quad 3C^nH^{2n-4}O^3 + H^2O,$$

acides qui, pour les termes les plus bas, fondent, ainsi que le démontrent les nombres précédents, à une température d'autant plus élevée que leur molécule est plus simple.

» Je poursuis actuellement l'examen de ces corps, dont l'étude a été commencée au laboratoire de M. Cahours, à l'École Polytechnique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide nitrosalicylique.* Note de M. T.-L. Phipson.

« Voulant étudier les propriétés de l'acide nitrosalicylique, j'en ai préparé dernièrement une certaine quantité. Cet acide est l'une des nombreuses découvertes que la science chimique doit à M. Chevreul, qui le prépara en traitant l'indigo par l'acide azotique. Plus tard, on l'a obtenu de diverses manières, au moyen de l'acide salicylique (Gerhardt) et de la salicine (Piria). C'était en préparant une petite quantité de cet acide nitrosalicylique, au moyen de l'acide salicylique artificiel, qui est aujourd'hui un article important du commerce, que j'ai fait une observation qui me paraît digne d'être notée.

» Si l'on prend environ 1 gramme d'acide salicylique qu'on délaye dans 30 à 40 centimètre cubes d'eau, puis qu'on ajoute environ 5 centimètres cubes d'acide azotique fumant et qu'on porte lentement à une température voisine de l'ébullition, on remarque que tout se dissout et que la liqueur devient d'une très-belle couleur rouge foncé, ou rouge brunâtre, vers la fin de la réaction. En même temps, elle exhale une forte odeur de la plante *Spirœa ulmaria*.

» En effet, j'ai pu constater qu'il se forme, dans ces circonstances, une quantité très-notable d'aldéhyde salicylique (acide salicyleux). On laisse cristalliser par le refroidissement l'acide nitrosalicylique, et on le jette sur un filtre poreux. Le liquide rouge-brun foncé qui passe est placé dans un long tube fermé, et traité par quelques centimètres cubes d'éther qui lui enlève toute l'aldéhyde salicylique, qu'on obtient, sous forme d'huile rougeâtre, plus ou moins pure et avec son odeur particulière, par l'évaporation de l'éther.

L'eau le dissout en laissant des traces d'impuretés résineuses produisant une solution jaune, à laquelle le chlorure ferrique donne la teinte violette foncée caractéristique, etc.

» En traitant l'acide salicylique délayé dans l'eau par de l'azotite de potasse, tout se dissout quand on chauffe un peu, en produisant beaucoup d'aldéhyde salicylique, tandis que l'acide nitrosalicylique produit s'unit à la potasse. Par le refroidissement, rien ne cristallise, mais on observe une mince couche huileuse d'aldéhyde salicylique, et la liqueur sent très-fortement l'essence de *Spirœa ulmaria*. L'acide sulfurique dilué en précipite l'acide nitrosalicylique sous forme d'aiguilles cristallines. »

FERMENTATION. — *Action des vapeurs toxiques et antiseptiques sur la fermentation des fruits.* Note de MM. G. LECHARTIER et F. BELLAMY, présentée par M. Pasteur.

« Les fruits maintenus à l'abri de l'oxygène de l'air continuent à vivre pendant un temps, dont la durée dépend de leur état de développement ou de maturité au moment où l'on change leurs conditions d'existence; cette vitalité des cellules se traduit par une destruction de sucre et par une production d'alcool et de gaz acide carbonique.

» Lorsque les fruits sont soumis à l'action de vapeurs toxiques ou antiseptiques, la vitalité des cellules est détruite complétement ou notablement amoindrie.

» Le 6 septembre 1873, quatre expériences ont été instituées sur des pommes de locard vertes, qui n'étaient pas encore arrivées à leur grosseur normale. Dans ces fruits jeunes la puissance de décomposition des cellules est très-grande et s'exerce en un temps relativement court.

» C'est ainsi que, dans l'expérience qui nous a servi de terme de comparaison, une pomme de locard pesant 49 grammes et enfermée dans un flacon a produit plus de 404 centimètres cubes de gaz dans l'espace de 49 jours. A partir du 25 octobre, cette pomme devenait inerte, et cet état d'inertie a subsisté jusqu'au moment où l'on a mis fin à l'expérience, c'est-à-dire pendant plus de sept mois.

» A la même date du 6 septembre, on suspendait dans trois flacons des pommes de locard de même poids que les précédentes, et cueillies le même jour. Seulement au fond des flacons on plaçait : dans le premier, des cristaux d'acide phénique, dans le deuxième un fragment de cyanure de potassium, et dans le troisième un morceau de camphre.

» Sous l'influence des vapeurs d'acide phénique et d'acide cyanhydrique qui se sont répandues dans l'atmosphère des flacons, les pommes n'ont pas dégagé une seule bulle de gaz pendant une durée de 83 jours.

» Seul, le flacon contenant du camphre a fourni une petite quantité de gaz dont le volume s'est élevé à 16 centimètres cubes. L'action du camphre a été moins énergique que celle des substances citées plus haut; elle a diminué la vitalité des cellules sans la détruire complétement.

» Nous n'avons pas étendu ces expériences à d'autres substances; mais ces résultats sont complétés par un travail de M. Gayon, qui a fait des expériences dans la même voie sans connaître les faits que nous avions constatés. »

FERMENTATION. — *Action des vapeurs toxiques et antiseptiques sur la fermentation des fruits.* Note de M. U. **Gayon**, présentée par M. Pasteur.

« J'ai institué deux séries d'expériences, commencées, l'une, le 9 décembre 1876, l'autre, le 14 mars 1877, dans le but d'étudier l'action de certaines vapeurs sur la fermentation intracellulaire des fruits. Ces expériences ont été faites avec des pommes Dieu, que j'ai suspendues, dans des vases munis de tubes abducteurs, respectivement au-dessus d'une mince couche de chloroforme, d'éther et de sulfure de carbone. Un vase semblable, avec une pomme dans l'air ordinaire, servait de terme de comparaison.

» Les résultats que j'ai obtenus confirment ceux que MM. Lechartier et Bellamy ont consignés dans la Note précédente.

» La fermentation et le dégagement gazeux se sont rapidement établis avec la pomme placée dans l'air ordinaire; dans un premier cas, j'ai obtenu 305 centimètres cubes de gaz en cinq semaines et, dans un second cas, 376 en six semaines.

» Avec le chloroforme et l'éther, il ne s'est pas formé une seule bulle de gaz; les pommes ont seulement changé de couleur à la surface et dans toute leur masse: on eût dit des pommes cuites. Avec le sulfure de carbone, il y a eu un commencement de fermentation qui a produit 15 centimètres cubes de gaz dans une expérience et 25 centimètres cubes dans une autre; après quatre ou cinq jours, le dégagement a cessé et la couleur s'est aussi modifiée comme dans les pommes précédentes.

» L'éther et le chloroforme paraissent donc agir comme l'acide phénique et l'acide cyanhydrique dans les expériences de MM. Lechartier et Bellamy; le sulfure de carbone agirait comme le camphre. »

MINÉRALOGIE. — *Sur deux nouveaux niobates.* Note de M. **Lawrence Smith**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« En poursuivant mes recherches sur les niobates des États-Unis, dont les résultats seront bientôt publiés, j'ai découvert deux nouvelles espèces très-intéressantes, mais malheureusement fort rares jusqu'à ce jour. Elles sont associées à l'euxénite et à la samarskite, dans une localité remarquable de la Caroline du Nord.

» J'ai donné à la première de ces espèces le nom de *Hatchettolite,* en

l'honneur d'Hatchett ([1]), et à la seconde le nom de *Rogersite*, en l'honneur du professeur W.-B. Rogers, le plus ancien et l'un des plus célèbres géologues américains.

» La *Hatchettolite* se trouve, en octaèdres réguliers, engagée dans la samarskite et l'euxénite; mais, sur les huit ou dix cristaux découverts jusqu'ici, six m'ont offert les faces du cube et du trapézoèdre a^3. Je n'ai observé aucun clivage.

Dureté.... 5 environ, peut-être un peu moindre;

Densité... { 4,851 sur un petit cristal pur; 4,785 sur de petits fragments un peu micacés.

» J'ai trouvé, pour la densité d'un cristal très-pur de pyrochlore pesant $1^{gr},5$, le nombre 4,25.

La densité du microlite, autre niobate octaédrique, est 5,484, d'après Shepard et Hayes. Couleur brun jaunâtre, avec une opalescence grisâtre; éclat résineux; cassure sous-conchoïdale. Des fragments de $\frac{1}{2}$ à 2 millimètres de diamètre, triés avec soin sur des échantillons, dont deux appartenant à M. Ralston, m'ont fourni, dans trois analyses :

	I.	II.	III.
Acide niobique	66,01	67,86	67,25
Acides tungstique et stannique	0,75	0,60	0,91
Oxyde d'uranium	15,20	15,63	16,01
Chaux	7,72	7,09	7,11
Yttria et oxydes du cérium	2,00	0,86	0,64
Oxyde ferreux	2,08	2,51	2,12
Potasse	0,50	1,21	»
Perte au feu	5,16	4,42	5,02
Plomb	traces	traces	traces
	99,42	100,18	99,06

» La principale différence existant entre la Hatchettolite et le pyrochlore consiste dans la prédominance de l'oxyde d'uranium dans le premier de ces minéraux. Il est vrai qu'on en a trouvé de petites quantités dans quelques échantillons du second; mais M. Wöhler n'en a pas indiqué dans son analyse du pyrochlore, qu'on peut supposer avoir été faite sur les cristaux les plus purs de Miask.

([1]) On sait que c'est Hatchett qui a découvert, en 1801, l'acide *columbique*, confondu pendant longtemps avec l'acide tantalique d'Ekeberg (1802), et séparé définitivement, en 1846, de ce dernier par H. Rose, sous le nom d'*acide niobique*.

» La *Rogersite* forme une croûte blanche, mamelonnée, plus ou moins adhérente à des morceaux de samarskite et surtout d'euxénite. Une pointe d'acier la sépare en petits fragments, qui se détachent plus facilement de l'euxénite que de la samarskite.

» On n'en a découvert jusqu'à ce jour qu'une très-petite quantité. M. Ralston possède le plus bel échantillon connu, qui est de la grandeur de la main, et dont la surface est recouverte de 4 ou 5 grammes du minéral parfaitement pur.

» En opérant sur un grand nombre de petits fragments soigneusement séparés de la gangue, j'ai trouvé la dureté égale à 3,5 environ, la densité égale à 3,313.

» Deux analyses approximatives, faites sur de petites quantités, m'ont donné :

	I.	II.
Acide niobique	18,10	20,21
Yttria, etc.	60,12	»
Eau	17,41	16,34

» Dans la seconde analyse, l'yttria n'a pu être dosée, par suite d'un accident.

» La Rogersite est très-intéressante, parce que c'est le premier niobate où l'on ait trouvé une aussi forte proportion d'eau. C'est évidemment un minéral provenant de la décomposition de la samarskite ou de l'euxénite, et peut-être de toutes deux. »

TÉRATOLOGIE. — *Recherches sur le mode de formation de la cyclopie.* Note de M. CAMILLE DARESTE.

« J'ai produit, dans mes expériences tératogéniques, un très-grand nombre de cas de cyclopie. Leur étude me permet d'établir sur des données entièrement fondées sur l'observation l'histoire de l'évolution d'une monstruosité sur laquelle on ne possédait, avant mes recherches, que des indications purement théoriques.

» La cyclopie, comme la triocéphalie, résulte d'une modification dans le mode de formation de la vésicule encéphalique antérieure.

» Cette vésicule, primitivement simple, se partage à un certain moment en quatre vésicules. Deux occupent la ligne médiane : ce sont, d'arrière en avant, la vésicule du troisième ventricule et celle des hémisphères cérébraux. Deux autres sont situées latéralement : ce sont les vésicules oculaires primitives.

» La vésicule encéphalique antérieure se produit, ainsi que toutes les parties de l'axe cérébro-spinal, par la transformation d'une gouttière en un tube fermé. Les deux bords de la gouttière viennent à la rencontre l'un de l'autre et s'unissent sur la ligne médiane.

» Or il existe, en un certain point des deux bords de la gouttière, deux parties qui ne se distinguent point du reste du blastème par leurs caractères histologiques, mais qui ont une destinée tout à fait différente. Ces deux parties deviendront les rétines et formeront les vésicules oculaires primitives.

» Dans certains cas tératologiques, l'union des deux bords de la gouttière est très-précoce; elle est antérieure à l'apparition, dans les blastèmes qui les constituent, des parties qui deviendront les rétines. C'est ainsi que se forme le type de la triocéphalie, type caractérisé par l'absence complète des yeux.

» Dans d'autres cas tératologiques, l'union des bords de la gouttière, bien que plus précoce encore que dans l'état normal, est moins précoce que dans le cas précédent. Les parties qui deviendront les rétines ont pu se constituer en partie ou en totalité, mais elles occupent les extrémités des bords de la gouttière, et elles viennent se mettre en contact sur la ligne médiane, au moment de la fermeture de la vésicule. L'union de ces parties, à l'extrémité de la vésicule encéphalique antérieure, a pour effet de produire une vésicule oculaire primitive unique; et par suite un œil unique, bien que composé, en plus ou moins grande partie, des éléments de deux yeux.

» Dans l'état normal, les deux bords de la gouttière continuent à s'accroître sans s'unir, après la formation des parties rétiniennes. Il en résulte que, au moment où se produit la fermeture de la vésicule, les parties rétiniennes sont à une certaine distance de la ligne d'union; par conséquent, les vésicules oculaires primitives se constituent isolément, dès le début, et occupent les deux côtés de la vésicule encéphalique antérieure.

» La vésicule oculaire unique de la cyclopie ainsi constituée par l'union, sur la ligne médiane, des éléments de deux rétines, ne tarde pas à se déprimer et à se transformer en une fossette, plus ou moins élargie dans le sens transversal, suivant le nombre plus ou moins grand des éléments des deux rétines. Dans l'excavation de cette fossette vient se placer l'appareil lenticulaire de l'œil définitif, qui est tantôt simple et tantôt plus ou moins complétement double, et qui provient de la lame cutanée contre laquelle la vésicule oculaire est venue se placer. Les faits se passent alors exactement comme dans l'état normal.

» Dans certains cas, la formation de l'appareil lenticulaire ne se produit point. On a dénié ces faits, comme des cas de cyclopie avec absence de l'œil; mais il y a toujours eu formation d'une vésicule oculaire primitive, formation restée incomplète par le défaut de formation du cristallin.

» L'appareil oculaire unique, ainsi constitué, occupe toujours, au début, l'extrémité de la vésicule encéphalique antérieure, et, par conséquent, l'extrémité de la tête; mais il ne tarde pas à se déplacer et à venir occuper la face inférieure de la tête. Cela résulte d'abord de l'inflexion de l'extrémité antérieure de la corde dorsale, puis du développement de la vésicule des hémisphères cérébraux, qui s'élève au-dessus et en avant de l'œil unique.

» Cette vésicule des hémisphères cérébraux est d'ailleurs frappée d'arrêt de développement. Elle reste simple et ne se divise pas en deux hémisphères; de plus, l'existence d'un œil unique l'empêche de se développer dans l'intervalle qui, dans l'évolution normale, sépare les deux yeux.

» L'arrêt de développement de la vésicule des hémisphères détermine, à son tour, l'arrêt de développement de l'appareil olfactif. Cet appareil débute, dans l'état normal, par la formation de deux fossettes qui se produisent à la partie antérieure des hémisphères. Le défaut de séparation des hémisphères entraîne le défaut de séparation des deux fossettes olfactives, qui forment, à l'extrémité antérieure de l'hémisphère unique, un appareil olfactif unique et situé au-dessus de l'œil unique; de plus, l'interposition de l'œil unique entre l'appareil olfactif et la cavité buccale empêche l'appareil olfactif de se mettre en communication avec la cavité buccale, comme cela se produit dans l'état normal. L'appareil olfactif peut cependant, dans certains cas, continuer à se développer dans ces conditions insolites; il forme alors la petite trompe que l'on constate au-dessus de l'œil, dans un grand nombre de cas de cyclopie.

» L'existence d'un œil unique détermine également l'absence du blastème médian de la face, blastème qui doit former l'os intermaxillaire. Il résulte de cette absence de l'intermaxillaire que les contours de l'ouverture buccale primitive, au lieu d'être quadrilatères, comme dans l'état normal, où ils sont formés supérieurement par l'intermaxillaire, latéralement par les maxillaires supérieurs, inférieurement par le maxillaire inférieur, présentent la forme d'un triangle dont le sommet est en haut, et résulte de la jonction, au-dessous de l'œil, des blastèmes des maxillaires supérieurs.

» Les embryons cyclopes présentent généralement un retard manifeste

dans leur évolution. Le retournement de la tête sur le jaune est beaucoup plus tardif que dans l'état normal, et peut-être il ne s'opère pas toujours.

» La cyclopie s'accompagne fréquemment, mais non d'une manière nécessaire, d'autres anomalies. Celles que j'ai constatées le plus souvent sont l'inversion et la dualité du cœur.

» Je dois signaler une anomalie remarquable que j'ai constatée dans certains cas de cyclopie : le défaut de segmentation des lames dorsales et, par suite, l'absence des vertèbres primitives. Si ces monstres avaient continué à vivre, ils auraient présenté, selon toute apparence, la coexistence d'une tête assez développée, avec un tronc comparable à celui des Anides. C'est ainsi que très-probablement se constitue le type, si curieux et encore si peu connu, des monstres hétéroïdes, dont on doit la connaissance et la détermination à Pictet. »

PHYSIOLOGIE. — *Note sur le mouvement péristaltique de l'intestin*; par M. J. Guérin.

« La science actuelle enseigne que les matières contenues dans les intestins n'y cheminent qu'en vertu de l'action des fibres circulaires de la membrane musculaire, qui se contractent successivement de haut en bas, à mesure que les matières avancent.

» Des observations et des expériences nouvelles m'ont conduit à reconnaître :

» 1° Que les matières contenues dans l'intestin n'y cheminent point en vertu d'une action *à tergo* résultant de la simple contraction circulaire de la membrane musculaire, mais en vertu d'une double action *propulsive* et *aspiratrice*, réalisée par la contraction des plans *circulaires* et *longitudinaux* de l'intestin ;

» 2° Qu'à la faveur de cette double contraction, distribuée entre deux parties continues de l'intestin, l'une d'elles, la portion supérieure, circulairement rétrécie, pousse son contenu vers la portion inférieure ; celle-ci, raccourcie par la contraction de ses fibres longitudinales, va à la rencontre de la précédente, reçoit son contenu et l'entraîne en vertu d'une sorte d'aspiration résultant du relâchement de ses fibres, lequel relâchement produit dans cette partie un accroissement de longueur et de capacité ;

» 3° Que ce double mouvement de propulsion et d'aspiration se reproduit pour chaque point cloisonné de l'intestin, à la faveur des valvules

conniventes dont les bords, mis en contact par la contraction circulaire, forment obstacle au mouvement rétrograde des matières.

» Cette conception physiologique n'est pas le résultat d'une simple induction tirée de la composition anatomique de l'intestin. Elle s'appuie sur l'observation et l'expérimentation directes.

» A. L'*observation* apprend, en effet, que lorsqu'on enlève, sur le lapin, la peau du ventre, pendant le travail de la digestion, on voit distinctement les matières contenues dans l'intestin passer instantanément, par parties séparées, d'un point dans un autre. Ce passage s'effectue d'une manière très-rapide, saccadée, comme par une projection, de la partie contractée dans la partie relâchée.

» B. L'*expérimentation* montre que, lorsqu'on introduit dans la cavité de l'intestin grêle l'extrémité effilée d'un tube de Welther recourbé et rempli d'une certaine quantité de liquide coloré, on voit immédiatement les deux colonnes, qui étaient de niveau avant la mise en communication du tube avec l'intestin, subir de notables mouvements alternatifs d'ascension et d'abaissement correspondant à la pression et à la raréfaction qui s'effectuent au sein de la cavité intestinale.

» Faisant l'application de cette donnée physiologique à la stagnation des matières typhiques vers la partie inférieure de l'intestin grêle, on comprend d'abord que cette portion, frappée d'inertie par l'action stupéfiante de la matière toxique, est dépossédée de son action contractile; on comprend en outre que, le gros intestin étant occupé lui-même en permanence, ainsi que je l'ai établi, par une certaine quantité de matières fécales anciennes, ces deux parties sont l'une et l'autre dans l'impossibilité d'exécuter le double mouvement de propulsion et d'aspiration indispensable au passage des matières du petit dans le gros intestin. Ajoutons que la valvule iléocœcale, obstruée des deux côtés, ne laisse passer que le trop-plein des matières liquides accumulées à la fin de l'intestin grêle : de là la diarrhée liquide spéciale des premiers jours de la maladie et l'évacuation des matières solides et anciennes à la fin seulement de la maladie.

» A l'appui de ce mécanisme physiologique du mouvement intestinal, je citerai encore les cas d'invagination intestinale que l'on rencontre assez souvent sur le cadavre des sujets morts de fièvre typhoïde. Cette invagination est le témoignage de la double action propulsive et aspiratrice exécutée par les deux portions continues de l'intestin; la paralysie, en frappant leurs fibres musculaires, a immobilisé leur rapport physiologique passager.

» Un phénomène analogue avait été plusieurs fois observé à l'occasion du passage des aliments de l'œsophage dans l'estomac, la muqueuse œsophagienne se renversant et faisant saillie à l'intérieur de la viscère. Ce qui nous porte à croire que la progression des matières de l'œsophage dans l'estomac s'effectue suivant le mécanisme que nous venons d'indiquer pour les matières contenues dans l'intestin. »

ZOOLOGIE. — *Sur une Baleine proprement dite pêchée dans le golfe de Tarente.* Extrait d'une Lettre de M. CAPELLINI à M. de Quatrefages.

« Si vous le jugez convenable, vous pouvez annoncer à vos confrères de l'Institut qu'une véritable Baleine a été (pour la première fois dans les temps historiques) capturée dans la Méditerranée; que cette baleine (une femelle) a été chassée par les pêcheurs de Tarente dans le golfe de ce nom et traînée à terre encore vivante, le 9 février de cette année.

» Les rapports intimes de l'animal avec le *Macleayius australiensis* et aussi avec la *Balæna australis* proprement dite autorisent à croire que la Baleine que j'ai nommée *Balæna tarentina* est arrivée de l'hémisphère austral. C'est probablement un des *black whales* des baleiniers, dont on ne connaît guère l'espèce.

» Ce qu'il y a aussi d'intéressant, c'est que je possède une caisse tympanique de Baleine fossile de la Toscane, laquelle, sauf qu'elle est un peu plus petite, s'accorde parfaitement avec la caisse de la *B. tarentina*, très-différente de celle des Baleines véritables, connues sous le nom de *B. mysticetus*, *B. biscayensis*, *B. antipodum*, *B. australis*, *B. japonica*, etc. La région cervicale est aussi bien intéressante; elle a beaucoup de rapports avec les régions cervicales des genres *Balænulus* et *Balænula* du pliocène d'Anvers et de la Toscane. »

M. le MINISTRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES transmet à l'Académie, de la part M. *Simon*, consul de France à Sydney, une Note contenant des renseignements sur les mines de la Nouvelle-Galles du Sud. Ces renseignements sont extraits du premier Rapport de 1875 sur les mines de la Nouvelle-Galles du Sud. Ce Rapport a été mis à la disposition de M. Simon par le Ministre des mines de cette colonie anglaise.

« Depuis le commencement de leur exploitation, les différentes mines de la Nouvelle-Galles du Sud, c'est-à-dire, les mines d'or, d'argent,

de cuivre, de charbon, d'étain et d'antimoine ont fourni une valeur de 1041 256 775 francs. Dans ce chiffre l'or est compris pour 785 348 500 fr. et le charbon pour 185 511 525 francs. Toutes ces mines sont en progrès, excepté les mines d'or, qui n'ont donné en 1875 que 21 millions environ, tandis que le rendement de 1874 avait été de 21 940 000 francs et que le rendement moyen annuel depuis 1852, première année de l'exploitation, était de 23 717 325 francs. A ce propos, l'ingénieur chargé du Rapport fait remarquer que les années des plus forts rendements ont été, 1852, 1862 et 1872.

» Mais les mines dont les progrès sont les plus remarquables sont celles de charbon de terre. On en a extrait, en 1875, 1253 475 tonnes d'une valeur de 19 128 825 francs.

» Les mines de cuivre et d'étain exploitées depuis quelques années seulement ont fait aussi des progrès considérables; celles de cuivre ont produit 12 634 450 francs et celles d'étain 14 millions.

» Le nombre des ouvriers employés aux diverses mines est de 21 000, dont 15 555 aux mines d'or, 3348 aux mines de charbon et 1492 aux mines d'étain. Des 15 555 ouvriers des mines d'or, 2000 sont chinois. Si l'on divisait le produit brut des mines d'or entre les 15 555 ouvriers qui l'extraient, chacun aurait par an une valeur d'environ 1250 francs; c'est à peu près ce que le plus simple manœuvre gagne par an.

» Le mode d'exploitation généralement suivie dans la Nouvelle-Galles du Sud est, on peut le dire, encore dans l'enfance. Il n'y a pas, comme dans la colonie de Victoria, de grandes sociétés, appliquant à un grand nombre de mines les puissants engins de l'industrie la plus avancée, et, s'il y en a quelques-unes, elles sont loin de pouvoir être comparées avec les sociétés minières de Victoria. Généralement, les mineurs de la Nouvelle-Galles du Sud travaillent séparément ou par petits groupes, avec de faibles ressources. Les procédés d'extraction qu'ils emploient sont donc des moins coûteux et des plus simples: aussi ne recueillent-ils pas du minerai tout ce qu'il contient.

» Pour le quartz aurifère que l'on est obligé de réduire en poudre, on estime la perte à 21,8 pour 100, de sorte qu'en 1875 elle se serait élevée à 20 000 onces anglaises.

» Les districts aurifères aujourd'hui reconnus dans la Nouvelle-Galles du Sud occupent une superficie d'environ 54 000 milles carrés. Toute cette surface n'a pas encore été entièrement explorée et sondée, mais elle l'a été en majeure partie. Beaucoup de localités n'ont pas été reconnues assez riches pour être exploitées avec profit, mais il est probable qu'avec des

moyens plus perfectionnés et une main-d'œuvre moins chère et plus économique, beaucoup de mines aujourd'hui abandonnées seront reprises et exploitées avec avantage. Dans l'état de choses actuel, l'extraction de l'or ne s'opère pas sur une aire de plus de 2716 milles carrés d'alluvions et 488 milles carrés de quartz aurifères. La valeur totale des engins employés ne dépasse pas 5 600 425 francs.

» L'étendue et la valeur des gisements houillers de la Nouvelle-Galles du Sud, dit le révérend Clarke, sont si grandes, que l'on peut dire qu'ils sont inépuisables et que l'extraction peut être seulement limitée par les moyens dont elle peut disposer. L'exploitation en a commencé en 1829 et avait livré cette année 780 tonnes. On a vu qu'elle a atteint, en 1875, 1 253 475 tonnes, d'une valeur de 20 millions de francs. Si l'on divisait ce produit, comme on l'a fait pour les mines d'or, par le chiffre des ouvriers à l'extraire, on trouverait pour la part de chacun d'eux, près de 6000 francs. C'est un résultat d'autant plus remarquable que, la main-d'œuvre étant très-rare en Australie, les ouvriers ont réussi à faire réduire les journées de travail à huit heures, tandis que les mineurs d'or, travaillant pour eux-mêmes, ne s'imposent le plus souvent d'autres limites de travail que celles de leur force. »

« M. le baron **Larrey** présente à l'Académie, de la part de M. le Dr *Joseph Tigri*, de Pistoia (Toscane), une Notice en italien, sur la vie et les travaux de son frère, le professeur Atto Tigri, de Sienne, publiée par le Dr *Chiavacci*, L'énumération seule des questions étudiées par lui comprend à peu près une centaine de sujets sur l'Anatomie, la Physiologie, l'Hygiène, la Médecine ou la Chirurgie et l'Histoire naturelle. M. Tigri avait adressé plusieurs de ses travaux à l'Académie des Sciences, qui en a même inséré l'analyse dans ses *Comptes rendus*. »

M. **W. de Fonvielle** adresse une Note intitulée : « Sur l'équivalence absolue des trois lois de Kepler et des trois lois de Newton ».

M. **J.-A. Le Doré** adresse à l'Académie une Note contenant un procédé de guérison du croup.

M. **Dupont** adresse une Note sur l'albumine.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 avril 1877.

(suite.)

Memorie della Società degli spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del prof. P. Tacchini; disp. II, febbraio 1877. Palermo, tipogr. Lao, 1877; in-4°.

Atti della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; vol. VI. Napoli, 1875; in-4°.

De' lavori accademici del R. Istituto d'incoraggiamento alle Scienze naturali economiche e tecnologiche di Napoli nell' anno 1876. Napoli, tipogr. G. Nobile, 1877; in-4°.

Biblioteca matematica italiana, compilata dal cav. prof. P. Riccardi; Parte Prima, vol. I, II. Modena, typogr. Soliani, 1877; 2 vol. in-4°.

The nautical Almanac and astronomical ephemeris for the year 1880, *for the meridian of the royal Observatory at Greenwich.* London, John Murray, 1876; in-8° relié.

Minutes of proceedings of the institution of civil engineers; with other selected and abstracted papers; vol. XLVI, session 1875-1876; Part IV. London, 1876; in-8° relié.

Haversines natural and logarithmic used in computing lunar distances for the Nautical almanac. London, W. Spottiswoode, 1876.

Dun Echt Observatory publications; vol. I, etc. Dun Echt, Aberdeen, 1876; in-4°.

Remarks to accompany the monthly charts of meteorological data for the nine 10° *squares of the Atlantic which lie between* 20° *N. and* 10° *S. lat., and extend from* 10° *to* 40° *W. Long., etc.* London, printed for her Majesty's stationery office, 1876; 1 vol. in-4° avec atlas in-folio.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 avril 1877.

Du traitement et de la guérison de l'anévrisme du cœur; par J. Dufresse de Chassaigne. Paris, Asselin, 1877; in-8° relié. (Adressé par l'auteur au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1877.)

Travaux du Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la

Gironde, pendant l'année 1876; t. XVIII. Bordeaux, impr. Ragot, 1877; in-8°.

Du déboisement des campagnes dans ses rapports avec la disparition des oiseaux utiles à l'agriculture; par M. A. BURGER. Paris, Librairie agricole, 1877; in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société d'Agriculture de Meaux.*)

*Guide du planteur d'*Eucalyptus; *par* A. CERTEUX. Alger, A. Jourdan; Paris, Challamel, 1877; in-8°.

Opportunité des traitements hydriatiques, pendant la période menstruelle; Préceptes et formules à appliquer; par P. DELMAS. Paris, Germer-Baillière, 1877; br. in-8°.

Département de la Charente-Inférieure. Commission départementale instituée pour l'étude du Phylloxera; Bulletin, n° 4, mars 1877. Saintes, impr. Hus, 1877; br. in-8°. (Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Les uniformes de l'armée allemande. Paris, Laloux et Guillot, 1877; in-18. (Publication de la Réunion des Officiers.)

Description des Échinides tertiaires de la Suisse; par P. DE LORIOL. Genève, impr. Ramboz et Schuchardt, 1875; in-4°. (Extrait des *Mémoires de la Société paléontologique suisse.*)

Note sur quelques espèces nouvelles appartenant à la classe des Échinodermes; par P. DE LORIOL. Genève, impr. Ramboz et Schuchardt, 1876; in-4°. (Extrait des *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève.*)

Rapports sur les maladies régnantes, faits à la Société médicale des Hôpitanx de Paris; par le Dr E. BESNIER; t. II, 1er fascicule, année 1866. Paris, F. Malteste, 1877; in-8°.

(A suivre.)

ERRATA.

(Séance du 2 avril 1877.)

Page 824, ligne 29, *au lieu de* ὀλέκοντο δε λαοί et non δήμοι, *lisez* ὀλέκοντο δὲ λαοὶ et non δῆμοι.

Page 825, ligne 18, *au lieu de* Cettigne, *lisez* Cettigné.

DATES.	BAROMÈTRE A MIDI réduit à zéro.	THERMOMÈTRES du jardin. Minima.	Maxima.	Moyenne.	Moyenne vraie.	Écart de la normale.	THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE à 20 mètres.	ACTINOMÈTRE.	THERMOMÈTRES du sol. Surface.	à 0m,20.	à 1m,00.	TENSION DE LA VAPEUR.	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE.	UDOMÈTRE (à 1m,80).	ÉVAPOROMÈTRE	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE.	OZONE en milligrammes
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(1[illegible]
	mm	o	o	o	o	o	o		o	o	o	mm		mm	mm		m[illegible]
1	757,8	5,0	12,6	8,8	9,7	1,1	9,5	16,0	10,0	9,4	7,4	7,5	84	0,0	1,5	8,0	[illegible]
2	55,4	8,3	14,5	11,4	10,4	1,6	10,6	18,4	9,9	9,7	7,6	7,4	79	0,2	2,5	8,1	[illegible]
3	42,6	5,3	17,6	11,5	11,5	2,5	11,3	27,1	11,6	9,9	7,8	8,3	85	2,1	2,2	7,7	[illegible]
4	35,2	8,2	22,2	15,2	11,4	2,3	11,4	32,6	11,1	10,7	7,9	7,9	79	7,6	3,6	6,1	[illegible]
5	43,2	5,1	13,5	9,3	8,8	- 0,4	8,6	39,4	9,1	9,9	8,1	6,1	74	0,3	4,5	4,2	[illegible]
6	46,2	4,7	12,9	8,8	7,9	- 1,4	7,6	33,4	7,2	9,2	8,3	5,7	73	0,7	3,3	11,3	[illegible]
7	49,4	1,8	17,1	9,5	8,5	- 0,9	8,3	(55,5)	9,0	8,9	8,3	6,9	82	5,9	2,4	-16,9	[illegible]
8	46,3	3,3	21,9	12,6	13,2	3,7	13,3	35,2	12,8	9,7	8,3	7,8	71	6,8	2,5	16,6	[illegible]
9	44,1	7,8	20,9	14,4	13,5	3,9	13,4	48,7	14,5	11,3	8,4	8,6	77	0,0	3,3	14,9	[illegible]
10	44,6	8,7	13,7	11,2	10,1	0,5	10,0	13,7	9,2	11,8	8,6	8,0	86	3,6	1,2	13,7	[illegible]
11	49,4	6,6	15,6	11,1	10,4	0,7	10,0	34,9	10,3	11,0	8,9	7,1	77	2,0	2,8	9,0	[illegible]
12	55,1	5,6	14,3	10,0	9,0	- 0,7	8,6	34,6	8,9	11,0	9,0	5,7	67	.	3,0	6,7	[illegible]
13	53,5	2,6	15,2	8,9	9,8	0,0	9,7	44,8	9,7	10,8	9,1	5,9	67	.	3,8	9,7	[illegible]
14	57,5	4,7	16,3	10,5	9,8	- 0,1	9,9	34,8	9,0	10,9	9,2	5,8	67	.	3,9	9,7	[illegible]
15	56,8	3,2	16,9	10,1	10,2	0,2	9,7	41,9	10,3	10,8	9,2	4,7	53	.	3,9	13,0	[illegible]
16	44,5	4,9	11,3	8,1	7,1	- 3,0	6,7	19,9	7,1	10,3	9,3	3,7	47	.	5,6	6,7	[illegible]
17	37,8	1,1	7,1	4,1	4,6	- 5,6	4,1	29,0	4,7	9,0	9,3	3,9	62	2,4	4,1	3,5	[illegible]
18	39,4	2,6	10,2	6,4	5,8	- 4,5	5,6	26,4	5,6	8,5	9,2	5,0	73	3,6	2,6	3,3	[illegible]
19	48,3	1,5	10,3	5,9	6,3	- 4,2	6,3	15,7	5,3	8,2	9,1	5,4	78	0,0	2,6	9,3	[illegible]
20	58,9	2,3	15,1	8,7	8,9	- 1,7	9,3	48,7	8,9	8,4	8,9	5,0	63	.	4,1	13,7	[illegible]
21	57,7	4,0	12,9	8,5	(8,3)	- 2,5	(8,1)	(17,6)	(8,7)	(8,6)	8,8	(7,5)	(90)	3,3	1,1	(3,6)	[illegible]
22	47,0	8,0	16,0	12,0	10,7	- 0,2	10,7	38,9	10,5	9,9	8,7	8,1	85	1,7	2,0	0,7	[illegible]
23	46,7	4,7	14,3	9,5	8,0	- 3,1	8,0	46,5	9,3	10,2	8,8	5,5	72	2,6	2,7	25,9	[illegible]
24	46,9	3,6	15,1	9,4	8,3	- 2,9	9,0	43,0	10,1	10,0	8,9	5,4	69	0,6	2,2	16,6	[illegible]
25	50,6	2,4	15,9	9,2	9,1	- 2,2	9,0	58,6	10,4	10,1	9,0	5,1	62	.	3,6	24,6	[illegible]
26	51,3	2,3	18,5	10,4	10,9	- 0,5	10,4	55,5	11,8	10,6	9,1	5,5	60	.	3,9	18,2	[illegible]
27	47,9	4,4	21,2	12,8	13,5	2,0	13,3	44,8	13,8	11,4	9,2	7,6	68	7,8	3,8	28,7	[illegible]
28	47,3	9,4	17,0	13,2	11,6	- 0,1	11,3	41,5	12,7	12,2	9,3	7,2	71	0,6	3,2	6,8	[illegible]
29	48,6	6,1	16,2	11,2	9,8	- 2,1	9,4	31,9	13,6	11,8	9,6	8,0	89	8,7	0,7	- 4,2	[illegible]
30	54,5	8,3	13,8	11,1	9,3	- 2,8	9,0	20,1	8,4	11,6	9,8	6,5	74	0,0	3,8	4,4	[illegible]

(6) La température normale est déduite de la courbe rectifiée des températures moyennes de 60 degrés d'observations.
(8) Moyennes des cinq observations. Les degrés astronomiques sont ramenées à la constante solaire 100.
(5) (7) (9) (10) (11) (12) (13) (16) Moyennes des observations sexhoraires.
(17) Poids d'oxygène fourni par l'ozone. Le poids d'ozone s'en déduirait en multipliant les nombres par 3.

MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes).				VENTS à 20 mètres.					
Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité horizontale.	Intensité totale.	Direction dominante	Vitesse moyenne en kilomètres à l'heure.	Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré.	DIRECTION DES NUAGES.	NÉBULOSITÉ (0 à 10).	REMARQUES.
(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	
° '	° '				km	kg			
17.11,7	65.34,5	1,9345	4,6590	W $\frac{1}{4}$ NW	14,1	1,88	WNW	10	Gouttes de pluie le jour par intervalles.
11,5	34,2	9345	6581	WNW	11,8	1,32	WNW	9	Faiblement pluvieux le matin.
12,0	34,3	9343	6579	SSE	19,0	3,40	S	8	Pluvieux l'après-midi et le soir.
10,4	33,7	9345	6568	SE à SW	(19,4)	(3,55)	S $\frac{1}{4}$ SE	6	Orage à $3^h 45^m$ s., pluie ou grêle jusq. $4^h 40^m$.
11,3	33,6	9348	6570	S $\frac{1}{4}$ SW	(33,2)	(10,39)	SSW	10	Pet. pluies interm. apr.-midi et le s. Bourrasq.
11,2	33,6	9340	6552	SSW	25,7	6,23	SW *k*	4	Pluie vers le milieu du jour. Bourrasques.
11,1	33,9	9348	6580	S	14,3	1,93	SSW	6	Apr.-midi pluv. Orage vers 5^h s. Averse à $5^h 50$.
9,7	33,9	9345	6573	S	14,3	1,93	S $\frac{1}{4}$ SW	9	Pluv. le mat. Ondées orag. de $8^h 20$ à $9^h 35^m$ s.
11,0	34,3	9336	6562	SSE	11,5	1,25	SSW *k*	7	Quelques gouttes de pluie le jour.
9,6	33,9	9337	6552	WNW	10,7	1,08	WNW	9	Pluie fine et serrée la matinée.
10,8	34,0	9340	6563	W	17,5	2,89	S *k*	8	Pluvieux dès midi; averse à $3^h 10^m$.
10,9	33,5	9348	6568	ENE	13,3	1,67	NE $\frac{1}{4}$ E	5	»
11,1	33,5	9351	6575	NNE	10,1	0,96	variable.	3	Rosée le matin; beau le soir.
10,1	32,3	9357	6554	NE	(11,0)	(1,14)	NW	2	Id. id.
11,3	34,5	9338	6573	ESE	(15,7)	(2,32)	NW *k*	7	Rosée le matin.
9,7	34,1	9337	6558	E $\frac{1}{4}$ NE	(29,7)	(8,31)	//	10	Presque uniformément couvert. Bonne brise.
10,2	34,1	9358	6608	E $\frac{1}{4}$ NE	(37,0)	(12,90)	E $\frac{1}{4}$ NE	10	Pluie continue dès $6^h 45$ s. à 3^h m. le 18. Rafales
10,9	34,5	9347	6593	NE	(28,0)	(7,39)	NE	10	Pluie matin et soir; continue de 7 h. 50 à 9 h. 50 soir, avec flocons de neige. Bonne brise.
11,0	34,2	9350	6593	NNE	16,4	2,53	NNE	6	Pluvieux le mat. jusqu'à 9 heures. Beau le soir.
11,7	33,8	9353	6589	N	(12,4)	(1,45)	NNE	2	Rosée le soir. Halo partiel.
(11,0)	(33,7)	(9351)	(6581)	SSW	(11,4)	(1,23)	SSW	10	Pluie continue depuis $10^h 15^m$ matin.
11,5	32,9	9356	6569	SW à NW	14,7	2,04	W	9	Continuellement pluvieux.
11,4	33,6	9343	6557	W à N puis S	(16,3)	(2,50)	W à S	9	Id. Grêle à 10^h mat. et forte à $2^h 45^m$ s.
9,8	34,4	9340	6574	SW à N	(9,8)	(0,90)	SW à NW	5	Faible pluie le matin. Ciel serein la nuit.
10,2	34,5	9345	6590	NE	12,2	1,41	ENE	1	Assez beau temps.
10,7	33,6	9348	6572	N à E	10,0	0,94	WNW *k*	1	Assez beau. Rosée matin et soir.
10,2	33,8	9342	6562	NE puis NW	12,8	1,54	SSW *k*	8	Pluie dès $5^h 30^m$ soir; soutenue de $6^h 30^m$ à
10,5	34,1	9343	6574	W à N	17,6	2,92	W $\frac{1}{4}$ NW *k*	9	$2^h 20^m$ du matin le 28.
10,4	34,2	9345	6581	S	(6,0)	(0,34)	SW *k*	9	Pluie de $5^h 20^m$ matin à $4^h 45^m$ soir.
10,8	34,0	9349	6585	N $\frac{1}{4}$ NE	(19,2)	(3,47)	N	7	Gouttes de pluie par intervalles après midi.

19) Valeurs déduites des mesures absolues prises sur la fortification.
21) Valeurs déduites des mesures absolues faites au pavillon magnétique.
(25) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne. *k* est le signe des cirrhus.
moyennes entre parenthèses résultent de calculs dans lesquels il entre des nombres obtenus par comparaison ou par interpolation.

Moyennes horaires et moyennes mensuelles (Avril 1877).

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moyennes.
	′	′	′	′	′	′	′	° ′
Déclinaison magnétique .... 17° +	6,4	8,0	16,9	15,8	11,9	9,0	7,9	17.10,8
Inclinaison » .... 65° +	34,1	34,6	33,8	33,8	33,7	33,8	33,9	65.33,9
Force magnétique totale................ 4,+	6582	6571	6548	6579	6586	6592	6582	4,6574
Composante horizontale.... .... 1,+	9347	9336	9338	9349	9352	9355	9349	1,9346
Électricité de tension (1)......................	8,1	6,1	8,2	3,5	10,3	9,3	11,2	9,45
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°......................	749,21	749,29	748,83	748,19	748,33	749,08	749,27	748,91
Pression de l'air sec......................	742,93	742,58	742,28	741,67	741,92	742,29	742,83	742,49
Tension de la vapeur en millimètres	6,28	6,71	6,55	6,52	6,41	6,79	6,44	6,42
État hygrométrique........................	86,7	74,0	59,4	57,9	63,0	77,5	81,6	72,7
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre du jardin (ancien abri)........	6,16	9,67	12,86	13,23	11,55	9,09	7,55	9,53
Thermomètre électrique à 20 mètres..........	6,30	9,29	12,05	12,84	11,58	9,33	7,62	9,39
Degré actinométrique.........................	8,83	50,31	62,06	44,80	8,82	»	»	34,96
Thermomètre du sol. Surface................	5,52	13,90	17,84	15,77	10,10	7,39	5,64	9,78
» à 0m,02 de profondeur...	8,84	8,86	9,99	11,25	11,47	10,88	10,11	10,10
» à 0m,10 » ...	9,80	9,49	9,71	10,48	11,08	11,13	10,75	10,34
» à 0m,20 » ...	10,11	9,89	9,76	9,96	10,34	10,61	10,58	10,20
» à 0m,30 » ...	10,03	9,90	9,76	9,76	9,94	10,16	10,22	9,99
» à 1m,00 » ...	8,73	8,74	8,76	8,77	8,78	8,79	8,60	8,72
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Udomètre enregistreur à 3 mètres.	3,45	5,30	2,45	6,90	18,00	12,90	6,90	t. 55,90
Pluie moyenne par heure......................	0,019	0,059	0,027	0,077	0,200	0,143	0,077	»
Évaporation moyenne par heure..............	0,046	0,072	0,192	0,243	0,209	0,116	0,082	t. 90,45
Vitesse moy. du vent en kilomètres...........	13,68	15,54	18,75	19,85	19,13	16,48	14,94	16,51
Pression moy. du vent en kilog. par mètre carré.	1,77	2,28	3,31	3,71	3,45	2,56	2,10	2,57

Moyennes horaires.

				Enregistreurs.						Enregistreurs.	
Heures.	Décli-naison occident.	Pression à zéro.	Temp. à 20m.	Temp. nouvel abri.	Pluie à 3m.	Heures.	Décli-naison occident.	Pression à zéro.	Temp. à 20m.	Temp. nouvel abri.	Pluie à 3m.
	° ′	mm	°	°	mm		° ′	mm	°	°	mm
1h matin.....	17. 8,8	749,19	7,10	7,03	0,50	1h soir........	17.17,8	748,59	12,54	13,45	2,00
2 »	9,8	49,12	6,57	6,69	0,05	2 »	17,3	48,36	12,87	13,84	1,35
3 »	10,2	49,08	6,09	6,27	0,50	3 »	15,8	48,18	12,85	13,38	3,55
4 »	9,6	49,09	5,82	5,98	0,65	4 »	14,2	48,11	12,64	13,38	5,45
5 »	8,2	49,15	5,88	5,73	0,45	5 »	12,9	48,15	12,20	12,72	8,00
6 »	6,4	49,22	6,30	5,92	1,30	6 »	11,9	48,32	11,58	11,63	4,55
7 »	5,4	49,29	7,10	7,06	1,40	7 »	11,0	48,57	10,82	10,54	2,20
8 »	5,9	49,31	8,14	8,42	2,15	8 »	10,1	48,85	10,04	9,60	2,30
9 »	8,0	49,30	9,29	9,89	1,75	9 »	9,0	49,08	9,33	9,01	8,40
10 »	11,2	49,20	10,39	11,01	0,75	10 »	8,0	49,24	8,71	8,42	4,70
11 »	14,5	49,05	11,42	12,32	0,80	11 »	7,5	49,29	8,16	7,88	1,20
Midi.........	17.16,9	748,83	12,05	13,14	0,90	Minuit........	7,9	749,27	7,63	7,48	1,00

Thermomètres de la surface du sol.

Des minima... .... 3°,4 Des maxima.. ..... 22°,6 Moyenne.......... 13°,0

Températures moyennes diurnes par pentades.

1877.	Avril 1 à 5..... 10°,4	Avril 11 à 15..... 9°,8	Avril 21 à 25...... 8°,9
	» 6 à 10..... 10,6	» 16 à 20..... 6,5	» 26 à 30...... 11,0

(1) Unité de tension égale à la tension totale d'un élément Daniell.